

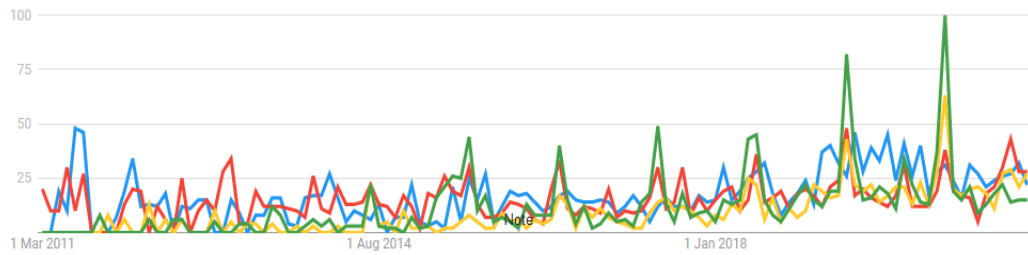
## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan sumber daya manusia dan teknologi, keperluan akan tenaga kerja yang ahli dan paham tentang proses produksi skala industri akan semakin meningkat (Steen, 2006b). Universitas Katolik Soegijapranata, selaku universitas, perlu memfasilitasi keperluan tersebut melalui pengajaran terkait proses produksi dengan praktek langsung. Salah satu sarana yang diperlukan adalah *mini plant*. Melalui *mini plant*, proses belajar tentang permodelan proses skala industrial dapat berlangsung (Sharma dan Khumbar, n.d.; Dhabole *et al.*, 2018) sehingga pemahaman dan keahlian mahasiswa semakin meningkat.

Sebagai bentuk permodelan produksi skala industri, *mini plant* perlu memiliki beberapa persamaan dengan pabrik dan adanya jaminan proses berjalan dengan lancar (Sharma dan Khumbar, n.d.; Dhabole *et al.*, 2018; Palluzi, 2014; Whalley, 2016). Untuk mencapai hal tersebut, perancangan *mini plant* perlu dibarengi dengan perancangan formulasi produk, proses produksi, sanitasi, mesin/peralatan yang digunakan, pengaturan posisi dari mesin dan peralatan, serta luas lantai produksi yang diperlukan. Oleh karena itu, semua hal tersebut perlu dilakukan untuk mendapatkan rancangan *mini plant* minuman karbonasi yang berhasil.

Selain sebagai sarana belajar, *mini plant* dengan kapasitas produksi yang besar perlu menjadi sumber penghasilan bagi pemiliknya yakni FTP Unika Soegijapranata. Hal tersebut dapat tercapai jika produk yang dihasilkan dapat dijual untuk mengganti biaya bahan baku dan operasional mesin, serta sebagai cara untuk mengalirkan produk yang diproduksi. Oleh karena itu, pemilihan jenis produk yang diproduksi perlu melihat prospek dan tren pasar.



**Gambar 1. 1.** Grafik Popularitas Minuman Karbonasi Maret 2011 – 2021

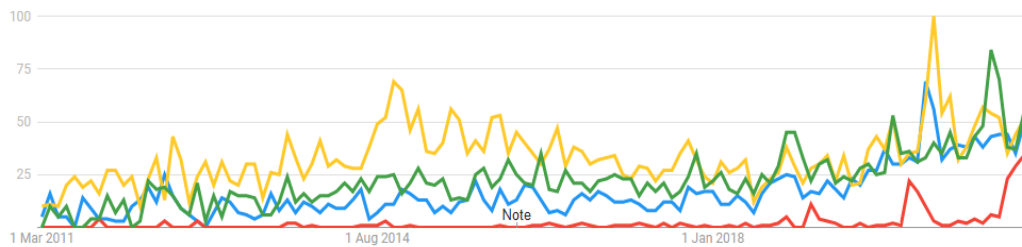
Keterangan:

Biru: *root beer*, merah: Coca-Cola, kuning: Sprite, hijau: Fanta

Sumber: trends.google.com (Diakses pada 25 Maret 2021)

Berdasarkan analisa Google Trend pada **Gambar 1.1.** di atas, minuman karbonasi dipilih menjadi produk yang diproduksi karena popularitasnya yang stabil, bahkan semakin meningkat dalam 10 tahun terakhir. Dalam Tugas Akhir ini, secara lebih spesifik dikembangkan pula formulasi dan proses produksi minuman karbonasi oleoresin biji pala sebagai salah satu produk dari *mini plant* yang dirancang. Produk ini menyerupai *root beer* karena berupa minuman karbonasi dengan rasa rempah. Didukung oleh grafik pada **Gambar 1.1.**, popularitas *root beer* tidak kalah dengan beberapa *brand* minuman karbonasi populer lainnya.

Selain itu, produk ini adalah jawaban dari peningkatan minat masyarakat terhadap minuman herbal, minuman fungsional, minuman sehat, dan minuman alami. Berdasarkan Google Trend pada **Gambar 1.2.**, diketahui bahwa minuman tersebut mengalami peningkatan dalam 10 tahun terakhir. Penambahan oleoresin biji pala dilakukan untuk mendapatkan minuman karbonasi yang fungsional dari bahan alami sebagai salah satu produk yang potensial (Abu-Reidah, 2020).



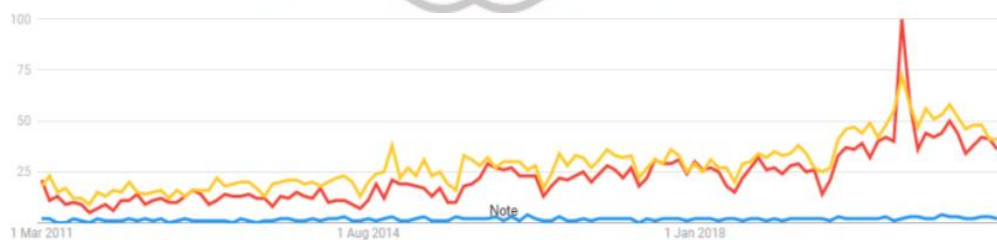
**Gambar 1. 2.** Peningkatan Popularitas Minuman Herbal/Fungsional/Sehat/Alami Maret 2011 – 2021

Keterangan:

Biru: minuman herbal, merah: minuman fungsional, kuning: minuman sehat, hijau: minuman alami

Sumber: trends.google.com (Diakses pada 25 Maret 2021)

Dari berbagai macam bahan alami, biji pala merupakan bahan fungsional yang belum banyak dimanfaatkan (berdasarkan data Google Trend pada **Gambar 1.3.**). Meskipun demikian, biji pala (*nutmeg*) sudah ditambahkan ke dalam minuman karbonasi sejak zaman dahulu dalam pembuatan *rootbeer* (Buglass, 2015). Berdasarkan analisa Google Trend, *rootbeer* (minuman karbonasi dengan rasa rempah) mengalami peningkatan pencarian dalam 10 tahun terakhir dan tidak kalah saing dengan minuman karbonasi lainnya di pasaran. Oleh karena itu, pengembangan *mini plant* minuman karbonasi dan pengembangan produk minuman karbonasi oleoresin biji pala memiliki peluang dan visibilitas yang baik.



**Gambar 1. 3.** Perbandingan Popularitas Pala, Jahe, dan Kunyit Maret 2011 - 2021

Keterangan:

Biru: pala, merah: jahe, kuning: kunyit

Sumber: trends.google.com (Diakses pada 25 Maret 2021)

## 1.2. Tinjauan Pustaka

### 1.2.1. Minuman Karbonasi

Minuman karbonasi atau limun adalah jenis minuman dengan gas CO<sub>2</sub> yang terdispersi di dalamnya. Hal menarik dari minuman karbonasi adalah terjadinya perubahan kesetimbangan gas ketika kemasan dibuka yaitu CO<sub>2</sub> lepas ke permukaan minuman karena konsentrasi gas di permukaan lebih kecil. Peristiwa ini menghasilkan efek *sparkling*, *effervescence*, dan *fizziness* yaitu munculnya gelembung dan buih udara yang keluar menuju permukaan. *Effervescence* juga berperan penting untuk meningkatkan palatabilitas dan efek segar dari minuman karbonasi (Abu-Reidah, 2020; Liger-Belair, 2019; Steen, 2006a dan 2016).

Menurut Vilela *et al.* (2018), minuman karbonasi tergolong minuman dispersi berjenis *foam*, dengan medium pendispersi berupa larutan dan fase terdispersi berupa gas CO<sub>2</sub>. Minuman karbonasi yang mengandung *flavoring oil* atau senyawa non-polar lainnya termasuk minuman dispersi berjenis emulsi *oil-in-water* (O/W). Untuk menjaga mutu dan kualitas hingga konsumsi, kestabilan dispersi harus dipertahankan terutama selama pengiriman dan penyimpanan. Sebagai persyaratan, minuman dispersi harus memiliki kestabilan fisik sehingga memiliki umur simpan yang panjang, antara 4 sampai 12 bulan. Untuk minuman karbonasi misalnya, diterapkan *cold-chain* untuk mencegah lepasnya gas CO<sub>2</sub>. Hal ini karena, kelarutan CO<sub>2</sub> lebih baik pada suhu rendah (Taylor, 2006; Steen, 2006a, 2016).

#### 1.2.1.1. Bahan baku

Minuman karbonasi diproduksi dengan mencampurkan berbagai bahan baku, meliputi air, pemanis, asam organik atau asidulan, pengawet, karbondioksida (CO<sub>2</sub>), flavor, dan pewarna. Adapun penjelasan setiap bahan baku utama untuk pembuatan minuman karbonasi seperti dikutip dari dapat dilihat di bawah ini.

##### a. Air

Air merupakan bahan baku utama dalam industri minuman. Keberadaan senyawa pengotor pada air akan mempengaruhi karakteristik organoleptik

seperti aroma, rasa, dan penampilan dari produk minuman akhir. Air yang belum sesuai dengan persyaratan air bersih memerlukan *treatment* terlebih dahulu. Beberapa metode yang umumnya diterapkan di industri untuk *treatment* air seperti *chemical treatment*, *reverse osmosis* (RO), radiasi UV monokromatik, ultrafiltrasi/mikrofiltrasi, klorinasi, dan *ion-exchange* (Abu-Reidah, 2020; Morrow *et al.*, 2007; Taylor, 2006; Griffiths, 2016).

b. Pemanis

Terdapat dua jenis pemanis yang dapat digunakan dalam pembuatan minuman karbonasi yaitu *nutritive sweetener* dan *nonnutritive sweetener*. *Nutritive sweetener* memiliki *bulk effect*, yang tidak dimiliki oleh *non-nutritive sweetener* (Abu-Reidah, 2020; Morrow *et al.*, 2007; Taylor, 2006). Saat ini, sumber gula utama minuman karbonasi adalah sukrosa dan HFCS (Buglass, 2015).

c. Asam organik

Asam organik digunakan untuk memberikan flavor asam dan sepat, pengawet untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme, *chelating agent*, *buffer*, dan memberikan kesan *thirst quenching* dalam minuman karbonasi. Dua jenis asam organik yang sering digunakan yaitu asam sitrat (*sharp tart*) dan asam fosfat (*sharp tart*). Setiap jenis asam memiliki pH, tingkat asam dan kesepatan tersendiri yang memberikan ciri khas pada minuman karbonasi (Abu-Reidah, 2020; Morrow *et al.*, 2007; Taylor, 2006, 2016).

d. Pengawet

Pengawet dapat ditambahkan untuk meningkatkan efek pengawetan. Pengawet yang umum ditambahkan berupa garam sorbat ataupun benzoat yang mampu menghambat pertumbuhan *yeast* dan *mold* pada konsentrasi penggunaan sekitar 0,05% pada pH di bawah 6,5 (Abu-Reidah, 2020; Morrow *et al.*, 2007; Taylor, 2006, 2016).

e. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Karbondioksida memberikan rasa asam, tajam, *mild tingling sensation*, serta *sparkling fizz*, serta berperan sebagai pengawet. Sebagai bahan baku minuman, karbondioksida harus berjenis *food-grade* dan memiliki kemurnian yang tinggi.

Setiap jenis produk minuman karbonasi memiliki volume karbonasi yang berbeda-beda (Abu-Reidah, 2020; Morrow *et al.*, 2007; Taylor, 2006, 2016; Steen, 2006a, 2016; Ashurst, 2016).

f. Flavor

Pemberian flavor yang tepat dapat meningkatkan penerimaan dan palatabilitas produk. Dalam industri, beberapa perusahaan menggunakan flavor dari bahan alami. Beberapa diantaranya yaitu kafein, jus buah, minyak esensial dan komponen volatil, oleoresin, ekstrak atau larutan alkohol, dan konsentrat (Abu-Reidah, 2020; Morrow *et al.*, 2007; Taylor, 2006, 2016).

g. Pewarna

Terdapat dua jenis pewarna yang dapat digunakan yaitu pewarna alami dan buatan. Pewarna buatan yang ditambahkan harus *food-grade*, tersertifikasi dan mendapatkan izin dari FDA ataupun badan berwenang di setiap negara. Penambahan pewarna bertujuan untuk meningkatkan penampilan fisik agar lebih menarik. Pewarna alami juga dapat digunakan seperti jus ataupun flavoran, tetapi masih memerlukan tambahan pewarna buatan untuk memperkuat warna (Abu-Reidah, 2020; Buglass, 2015; Morrow *et al.*, 2007; Taylor, 2006, 2016).

h. Bahan fungsional

*Stabilizer* digunakan dalam minuman karbonasi berjenis dispersi dan emulsi untuk meningkatkan *cloudiness*, viskositas, dan kestabilan dispersi dan emulsi. Saponin juga umum ditambahkan untuk mendapatkan *foam* yang sangat stabil. Saponin dapat berasal dari ekstrak akar tanaman yang memiliki rasa sepat tetapi digunakan dalam konsentrasi yang tidak mempengaruhi rasa dan aroma minuman. Antioksidan ditambahkan untuk mencegah oksidasi flavor dan warna selama penyimpanan. Antioksidan diperlukan pada minuman yang mudah teroksidasi, seperti minuman yang berjenis *oil-based* dan *water-dispersed (emulsion)*. Kalsium disodium EDTA yang dapat ditambahkan sebagai sekuestran untuk menghilangkan ion logam dari air (Taylor, 2006, 2016).

#### 1.2.1.2. Proses produksi

Minuman karbonasi skala komersial diproduksi dalam beberapa tahapan proses. Adapun tahapan proses secara berurutan adalah sebagai berikut.

a. Pengolahan air

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan segala bentuk cemaran dan ketidakmurnian (biologis, kimia, dan fisik) pada bahan baku air. Pengolahan air penting dilakukan agar bahan baku air memenuhi standar dan spesifikasi air dari pemerintah maupun internal industri (Abu-Reidah, 2020; Morrow *et al.*, 2007; dan Taylor, 2006).

b. Deaerasi

Deaerasi bertujuan untuk mengurangi konsentrasi udara (khususnya oksigen) dalam air sampai kurang dari 0,5 ppm. Keberadaan udara pada air menghasilkan tekanan parsial yang mengganggu pengukuran kadar karbon dioksida pada produk (Abu-Reidah, 2020; Steen, 2006a dan 2016).

c. Pembuatan sirup

Proses ini berperan dalam pencampuran pemanis, flavor, asam, pewarna, air, dan pengawet dalam takaran tertentu. Kondisi proses disesuaikan dengan karakteristik bahan (Abu-Reidah, 2020; Steen, 2006a dan 2016).

d. Penakaran air dan sirup

Tahapan ini berfungsi menakar air dan sirup agar sesuai dengan formulasi. Penakaran dilakukan sebelum proses pencampuran air dan sirup (Abu-Reidah, 2020; Steen, 2006 dan 2016).

e. Pencampuran air dan sirup

Proses ini berperan untuk mencampurkan sirup dengan air sebelum karbonasi. Pencampuran dapat dilakukan dengan rasio 1 : 3 sampai 1 : 6 (v/v) (Abu-Reidah, 2020; Steen, 2006a dan 2016; Horman, 2006).

f. Pendinginan

Pendinginan berperan untuk mempercepat injeksi karbon dioksida. Pendinginan dilakukan hingga suhu minuman mencapai 4°C sebelum karbonasi dilakukan (Abu-Reidah, 2020; Steen, 2006a dan 2016).

g. Injeksi karbon dioksida atau karbonasi

Proses ini berfungsi untuk memasukan karbon dioksida ke dalam minuman pada suhu rendah dan tekanan tinggi. Level karbonasi produk akan dipengaruhi oleh tekanan, suhu, dan *flow rate* dari gas karbon dioksida (Abu-Reidah, 2020; Steen, 2006a dan 2016).

h. Pengisian

Pengisian produksi dilakukan setelah minuman karbonasi berhasil diproduksi. Pengisian dilakukan pada suhu rendah, pengisian tidak penuh karena memberi ruang untuk udara (Abu-Reidah, 2020; Steen, 2006a dan 2016).

i. Penutupan

Penutupan kemasan memiliki peran penting dalam mencegah lepasnya gas karbon dioksida. Penutupan perlu dilakukan segera setelah pengisian (Abu-Reidah, 2020).

1.2.2. Pala

Pala merupakan salah satu jenis tanaman rempah asli Indonesia yang berasal dari kepulauan Banda dan Maluku. Terdapat beberapa jenis varietas pala di Indonesia, salah satunya *Myristica fragrans* yang banyak tersebar di Maluku, Sulawesi Utara, Aceh, dan Jawa (Ismiyarto *et al.*, 2020; Astuti, 2019). Pala termasuk *psychoactive drugs* (Widelski dan Kukula-Koch, 2017) yang bersifat seperti narkoba dan disebut sebagai “*narcotic fruits*” dan *spice of madness* (Smith, 2014). Pala memiliki aroma yang unik dan tajam (*pungent*), serta rasa yang hangat dan sedikit manis (Kuete, 2017).

Buah pala terdiri dari 77,8% daging buah, 4% fuli, 5,1% tempurung, dan 13,1% biji. Tanaman pala terkenal sebagai penghasil minyak atsiri dan lemak khusus, terutama bagian fuli dan biji. Daging buah pala banyak dimanfaatkan sebagai olahan pangan seperti manisan, asinan, dodol, sirup, selai, ataupun dicampur pada minuman. Biji dan fuli pala memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi karena dapat diolah menjadi minyak pala (Ismiyarto *et al.*, 2020; Astuti, 2019).



Pala mengandung 10% minyak esensial (Widelski dan Kukula-Koch, 2017), 2 – 5% minyak atsiri, dan 30 – 40% lemak (Ismiyarto *et al.*, 2020; Astuti, 2019), saponin, polifenol, tannin, epikatekin, sapogenin triterpenik (Kuete, 2017). Minyak esensial biji pala mengandung 5 – 15% minyak volatil yang terdiri dari 80% hidrokarbon monoterpin, 5% alkohol monoterpin, fraksi eter aromatik, serta beragam komponen lainnya. Fraksi eter aromatik biji pala terdiri dari miristisin, elemisin, isoelemisin, safrol, metoksieugenol, eugenol, isoeugenol, sabinen, kampen, lignin, neolignan, dan toluene. Dalam minyak esensial pala terkandung 4 – 12% miristisin (Smith, 2014; Kuete, 2017). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa sumber efek farmakologis pala dan menduga toksisitas berasal dari kandungan miristisin dan elemisin (Smith, 2014; Kuete, 2017; Tisserand dan Young, 2014).

Terdapat sekitar 3,3 – 13,5% miristisin dan 0,1 – 4,6% elemisin pada biji pala. Miristisin merupakan inhibitor dari monamin oksidase, terutama MAO<sub>A</sub> yang merupakan enzim yang berperan penting dalam aktivasi beberapa neurotransmitter pada tubuh sehingga menyebabkan efek euforia (Tisserand dan Young, 2014). Di dalam tubuh, miristisin dan elemisin dalam tubuh terkonversi menjadi 3,4,5-trimetoksiamfetamin (TMA) dan 3-metoksi-4,5-metilendioksiamfetamin (MMDA). Kedua senyawa tersebut memiliki kemiripan struktur dengan amfetamin sehingga bersifat halusinogen (Smith, 2014; Widelski dan Kukula-Koch, 2017; Tisserand dan Young, 2014). Miristisin juga dapat menyebabkan kantuk (bersifat sedatif) karena mengandung miristisin (Ismiyarto *et al.* 2020; Agaus dan Agaus, 2019; Smith, 2014; Myristicaceae, 2016; Widelski dan Kukula-Koch, 2017).

Meskipun bersifat toksik pada dosis tinggi dan sering disalahgunakan (Smith, 2014; Tisserand dan Young, 2014; Widelski dan Kukula-Koch, 2017; Myristicaceae, 2016), pala bermanfaat bagi kesehatan dalam dosis yang tepat. Pala digunakan sebagai obat sakit perut, sakit kepala, diare, mual, muntah, demam, infeksi ginjal, rematik, kolera, selesma usus, nafas bau, stimulan, meningkatkan

nafsu makan, dan perangsang birahi. Pala juga bersifat antioksidan, anti inflamasi, anti kanker, anti diabetik, dan anti obesitas karena kandungan zat aktifnya (Kuetze, 2017; Ahaus dan Ahaus, 2019; Astuti, 2019). Dikutip dari Ahaus dan Ahaus (2019), miristisin dan elemisin pada biji pala menghasilkan aromaterapi yang dapat menghilangkan stres dan bersifat sedatif pada konsentrasi 2 – 18%.

### 1.2.3. Oleoresin

Oleoresin adalah campuran kompleks dari minyak esensial, *fixed oil*, pigmen, senyawa *pungent*, antioksidan alami (King, 2006), resin, asam lemak tidak volatil yang dihasilkan dari proses ekstraksi, konsentrasi, dan standardisasi rempah halus (Singhal dan Kulkarni, 2003; King, 2006). Oleoresin mengandung minyak esensial sebanyak 15 – 35%. Minyak esensial dan komponen tidak volatil (resin) sama-sama berkontribusi terhadap profil flavour sehingga memiliki karakter yang mirip dengan rempah asli (memiliki *full character*) namun tidak 100% (King, 2006). Karakter fisik oleoresin berupa minyak kental atau pasta lengket berwarna coklat dan sulit untuk ditambahkan langsung ke dalam makanan atau minuman (Yasni, 2018; King, 2006). berfungsi memberikan warna, aroma, dan flavor pada makanan serta minuman (Yasni, 2018).

### 1.2.4. Mini Plant

*Mini plant* (dikenal pula sebagai *pilot plant*) merupakan tiruan skala kecil yang dibuat menyerupai pengoperasian industrial dari pabrik berskala besar dengan tujuan menyimulasikan proses yang sesungguhnya (Sharma dan Khumbar, n.d.; Whalley, 2016; Palluzi, 2014; Gertenbach, 2018). Peralatan yang digunakan sudah menyerupai peralatan industrial, tetapi dengan ukuran kecil dan bukan alat laboratorium skala besar (Sharma dan Khumbar, n.d.). *Mini plant* menjembatani percobaan skala laboratorium dengan proses produksi skala komersial (Gertenbach, 2018).

Ukuran *mini plant* bervariasi dari skala *laboratory-bench* sampai fasilitas yang menyerupai unit komersial (Sharma dan Khumbar, n.d.; Palluzi, 2014; Gertenbach,

2018). Spesifikasi, biaya, tahapan proses, otomatisasi, dan proses produksi akan berbeda pada setiap jenis ukuran yang berbeda. *Mini plant* dengan skala terkecil yaitu *bench-top unit* memiliki ukuran kurang dari 2 m<sup>2</sup> dan memerlukan biaya Rp150 juta – Rp1,5 miliar. Ukuran yang lebih besar yaitu *simple larger scale unit* dengan ukuran lebih dari 2 m<sup>2</sup>, umumnya 10 – 25 m<sup>2</sup>. Biaya yang diperlukan antara Rp372 juta – Rp4,5 miliar. Ukuran yang lebih besar lagi yaitu *integrated pilot plant* berukuran lebih dari 250 m<sup>2</sup> dengan biaya Rp744 juta – Rp15 miliar. Ukuran terbesar yaitu *demonstration unit* dengan ukuran sampai 1/10 pabrik komersial dengan biaya sebesar Rp15 miliar atau lebih (Gertenbach, 2018).

Pada dasarnya, *pilot plant* dan pabrik (*commercial-plant*) dirancang dan dibangun dengan tujuan yang berbeda sehingga spesifikasi dalam desain juga akan berbeda, meskipun memiliki struktur dan proses yang sama seperti dikutip dari Whalley (2016) dan Gertenbach (2018). Secara garis besar, *mini plant* berfungsi untuk mendapatkan data yang representatif untuk tahap *scale-up* dengan mengujikan kondisi proses (dalam dunia industri), maupun sebagai sarana belajar. Sedangkan, pabrik bertujuan untuk memaksimalkan penghasilan dan meminimalkan pengeluaran dengan proses produksi yang efisien dan efektif.

Agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya, *pilot plant* harus bersifat fleksibel dan mudah beradaptasi sehingga dapat dilakukan modifikasi proses dengan cepat. *Pilot plant* sebaiknya tidak terlalu berfokus pada efisiensi proses dan lebih berfokus pada pembuktian konsep (Whalley, 2016). Meskipun demikian, percobaan produksi skala *pilot plant* hanya berusaha untuk mengurangi risiko yang ada sehingga tidak menjadi suatu ukuran pasti dari produksi skala komersial (Palluzi, 2014).

#### 1.2.4.1. Perancangan mesin dan peralatan dengan prinsip sanitasi/higiene

Mesin dan peralatan yang digunakan dalam pengolahan pangan harus memenuhi standar higiene sebagai desain utama. Standar higiene untuk mesin/peralatan diperlukan untuk menjamin keamanan dan keutuhan produk pangan pada semua

kondisi proses. Mesin dengan desain higienis secara konsisten mencegah adanya kontaminasi fisik, kimia, maupun mikrobiologi pada produk pangan sehingga masalah terkait keamanan pangan dapat diminimalisir (Hasting, 2011).

Hasting (2011) mengatakan beberapa kriteria mesin/peralatan yang memenuhi desain higiene. Dari segi geometrinya, mesin memungkinkan *self-draining* dan *self-emptying*, mesin tidak memiliki *stagnant area* atau *dead space*, tidak terdapat sisi tajam dan titik kontak logam-logam, serta mesin/peralatan harus mampu melindungi produk dari kontaminasi. Dari segi pembersihan, mesin/peralatan mudah dibersihkan dengan efektif dengan hasil yang memuaskan, meskipun dilakukan dengan CIP. Desain mesin/peralatan juga memungkinkan pembersihan mengenai seluruh permukaan mesin. Dari segi bahan, mesin/peralatan memiliki permukaan yang halus, tidak berpori dan *crevice free*, serta tidak bereaksi dengan produk maupun larutan kimia pada berbagai kondisi. Permukaan yang kasar dapat menjadi tempat penumpukan deposit, selain itu peralatan berpori memungkinkan larutan masuk ke dalam bahan mesin sehingga sulit dibersihkan. Dari segi sanitasi, mesin/peralatan pada proses produksi setelah dekontaminasi memiliki standar higiene yang lebih tinggi.

#### 1.2.4.2. Perancangan tata letak *mini plant* dengan prinsip sanitasi/higiene

Tata letak pabrik (*plant layout*) merupakan susunan yang paling optimal dari fasilitas yang digunakan dalam proses produksi, meliputi manusia, peralatan dan mesin, bahan baku, dan aspek penunjang lainnya (Sharma dan Khumbar, n.d.; Marie dan Chaiyadi, 2015; Wignjosoebroto, 2009). Dengan demikian, proses produksi dapat berlangsung dengan biaya produksi dan penanganan bahan yang paling minimal, pergerakan lancar, kontinuitas proses produksi terjaga, pendapatan perusahaan meningkat, serta produktivitas secara keseluruhan meningkat (Sharma dan Khumbar, n.d.; Budianto *et al.*, 2020; Marie dan Chaiyadi, 2015; Wignjosoebroto, 2009; Shewale *et al.*, 2020).

Pada industri pangan, terdapat satu kriteria tambahan untuk perancangan tata letak yaitu higiene/sanitasi. Higiene dan sanitasi perlu diterapkan pada tata letak pabrik karena merupakan salah satu faktor yang menentukan higienitas produk yang dihasilkan. Prinsip ini diperlukan untuk mencegah kontaminasi silang selama proses produksi sehingga keamanan produk terjamin. (Van Donk dan Gaman, 2004; Hasting, 2011; Hasnan *et al.*, 2019). Cara yang paling banyak diterapkan saat ini adalah dengan melakukan pemisahan (*segregation*) antara ruang/area berisiko rendah dan berisiko tinggi (Holah, 2011; Van Donk dan Gaman, 2004; Hasnan *et al.*, 2019). Melalui cara tersebut, dapat terbentuk beberapa zona higiene dan diketahui dengan jelas proses mana saja yang perlu dipisahkan (Van Donk dan Gaman, 2004; Hasnan *et al.*, 2019).

#### 1.2.4.3. Metode Tata Letak: *Systematic Layout Planning* (SLP)

SLP (*Systematic Layout Planning*) merupakan sebuah pendekatan sistematis dan terorganisir yang digunakan dalam perancangan tata letak dengan meminimalkan aliran bahan, memperhatikan hubungan jarak, serta keperluan dan ketersediaan ruang. SLP cocok digunakan pada pabrik atau perusahaan yang tidak terlalu besar, memerlukan tata letak yang sederhana, dan terdapat aliran material yang tidak teratur (Gozali *et al.*, 2020). Selain itu, metode SLP juga dapat diterapkan untuk tata letak pabrik pangan yang menerapkan prinsip sanitasi dan higiene, dengan tetap memperhatikan efisiensi dan efektivitas proses seperti yang dilakukan oleh Van Donk dan Galman (2004).

Pada umumnya, metode SLP terdiri dari sembilan tahapan utama (Sharma dan Khumbar, n.d.; Gozali *et al.*, 2020; Budianto *et al.*, 2020). Tahap pertama adalah pengumpulan data dan informasi penting seperti data desain produk dan proses. Tahap kedua yaitu penentuan aliran proses/material yang dituliskan dalam *Flow Process Chart* (FPC). Tahap ketiga, pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC) untuk analisis derajat hubungan antar aktivitas secara kualitatif dan cenderung subjektif. Lalu tahap keempat, pembuatan *Activity Relationship Diagram* (ARD) dengan memadukan analisis aliran proses dengan hubungan aktivitas. Tahap

kelima yaitu penentuan jumlah dan ukuran ruangan kerja. Tahap keenam, pembuatan *Area Allocation Diagram* (AAD) yang menunjukkan pemosisian dari setiap fasilitas/departemen dan hubungan antar ruang. Tahap ketujuh, modifikasi dan penentuan batas dari tata letak alternatif yang didapatkan. Tahap kedelapan, pembuatan tata letak alternatif dalam bentuk AAD yang siap dianalisis aliran dan pergerakannya. Tahap kesembilan, evaluasi dan pemilihan tata letak yang paling sesuai berdasarkan jarak perpindahan material dan penempatan ruang terbaik sesuai hasil analisis.

### **1.3. Tujuan**

Tujuan utama Tugas Akhir ini yaitu merancang *mini plant* minuman karbonasi untuk kampus Unika Soegijapranata di BSB, Semarang. Tugas Akhir ini juga bertujuan untuk menentukan formulasi dan proses produksi minuman karbonasi oleoresin biji pala sebagai salah satu produk yang dihasilkan oleh *mini plant* yang dirancang.

