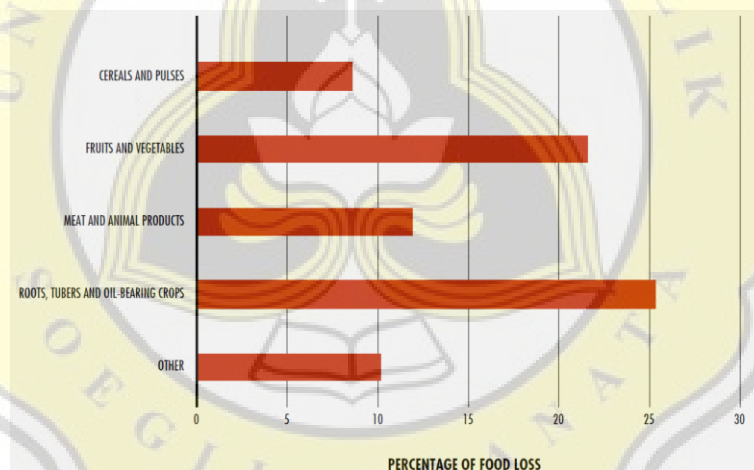


## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kehilangan makanan (*food loss*) dan limbah makanan (*food waste*) merupakan masalah serius yang mengancam ketahanan pangan (*food security*), ekonomi, dan lingkungan. Sekitar sepertiga dari semua makanan yang diproduksi untuk konsumsi manusia hilang dan menjadi limbah pada seluruh rantai pasok setiap tahun. Nilai moneter dari jumlah kehilangan dan limbah makanan ini diperkirakan mencapai sekitar \$936 miliar. Dampak pembuangan ke lingkungan secara terus menerus dalam jangka panjang akan menghasilkan gas rumah kaca dan metana yang memiliki potensi pemanasan global 25 kali lebih tinggi daripada karbon dioksida (Ishangulyyev et al., 2019).

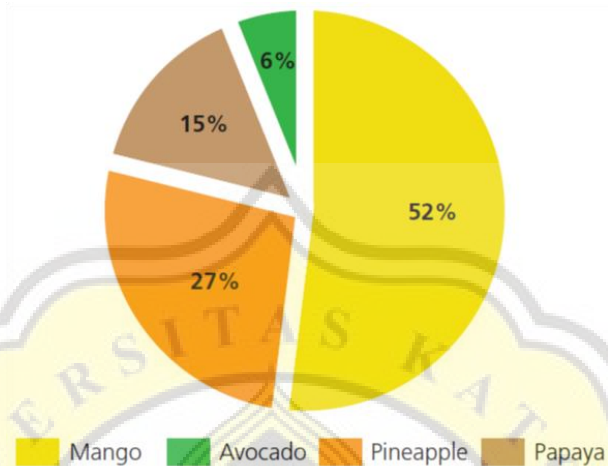


Sumber: FAO, 2019

Gambar 1. Kehilangan makanan tahun 2016 berdasarkan kelompok komoditas

Pada Gambar 1., buah dan sayur merupakan kelompok komoditas yang menghasilkan kehilangan makanan dengan urutan kedua terbanyak. Hal tersebut tidak mengherankan karena buah dan sayur memiliki sifat sangat mudah rusak (FAO, 2019). Buah yang mampu memenuhi permintaan pasar global adalah buah tropis. Hal tersebut dikarenakan buah tropis berasal dari tanaman yang tumbuh pada iklim tropis sehingga banyak tumbuh pohon buah-buahan yang selalu hijau (*evergreen*) maka produksinya cukup tinggi. Tetapi buah tropis memiliki

kekurangan, yaitu rata-rata memiliki jumlah kulit dan biji yang cukup besar sehingga menghasilkan limbah yang cukup banyak pula (Cheok et al., 2018).



Sumber: FAO, 2017

Gambar 2. Produksi buah tropis tahun 2017 berdasarkan jenis buah

Pada Gambar 2., jumlah produksi buah tropis paling banyak adalah mangga (FAO, 2017). Jumlah limbah yang dihasilkan mangga juga banyak. Hal tersebut diakibatkan karena produksi mangga menghasilkan limbah mencapai 40-60% dengan 12-15% kulit mangga dan 15-20% biji mangga (Ben-Othman et al., 2020). Tetapi kedua bagian tersebut memiliki komponen bioaktif yang baik. Salah satu komponen bioaktif yang terdapat pada kulit mangga, yaitu *mangiferin* yang dapat menghambat sel kanker serviks pada manusia dan dapat mencegah penyakit terkait stress oksidatif. Kemudian biji mangga dalam bentuk ekstrak memiliki aktivitas antikanker terhadap sel kanker payudara serta memiliki efek antiproliferatif pada sel kanker hati dan leukemia (Cheok et al., 2018).

Jumlah limbah buah mangga yang cukup tinggi serta kandungannya yang baik dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin dengan dilakukan valorisasi menghasilkan produk bernilai tinggi. Berbagai penelitian valorisasi menggunakan limbah mangga telah dilakukan pada beberapa negara dengan variasi teknologi dan produk yang beragam. Sehingga perlu dilakukan *review* secara sistematis untuk

mengetahui teknologi dan produk valorisasi terbaik yang dapat bermanfaat untuk industri dengan keuntungan yang baik.

## **1.2. Tinjauan Pustaka**

### **1.2.1. Kehilangan dan Limbah Makanan**

*Food and Agriculture Organization* (FAO) menyatakan definisi dari kehilangan dan limbah makanan. Kehilangan makanan, yaitu penurunan massa atau kualitas dari makanan yang dapat dikonsumsi pada seluruh rantai pasok. Limbah makanan adalah makanan yang dapat dikonsumsi terbuang akibat dibiarkan rusak atau disimpan melebihi tanggal kadaluwarsa. Berdasarkan rantai pasok makanan, kehilangan makanan terjadi pada tahapan produksi, pasca panen, dan pemrosesan. Limbah makanan terjadi ujung rantai pasok makanan, yakni tahapan distribusi dan konsumsi (FAO, 2011).

Rantai pasok makanan dibedakan menjadi lima tahapan dengan kehilangan dan limbah yang berbeda-beda. Berdasarkan komoditas dan produk sayuran, tahapan pertama adalah produksi pertanian dengan kehilangan akibat kerusakan mekanis dan/atau kerusakan selama proses pemanenan contohnya pemetikan buah dan penyortiran hasil panen. Tahapan kedua adalah penanganan dan penyimpanan pasca panen dengan kehilangan akibat kerusakan dan degradasi selama penanganan, penyimpanan, dan transportasi. Tahapan ketiga adalah pemrosesan dengan kehilangan akibat kerusakan dan degradasi selama pemrosesan industri contohnya produksi jus dan pengalengan. Tahapan keempat adalah distribusi dengan limbah yang dihasilkan pada sistem pasar contohnya pasar grosir, supermarket, pengecer, dan pasar tradisional. Tahapan kelima adalah konsumsi dengan limbah yang dihasilkan pada tingkat rumah tangga (FAO, 2011).

*Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies European Union* (FUSIONS EU) memberikan definisi limbah makanan, yaitu makanan dan bagian makanan yang tidak dapat dikonsumsi (*inedible parts*) yang

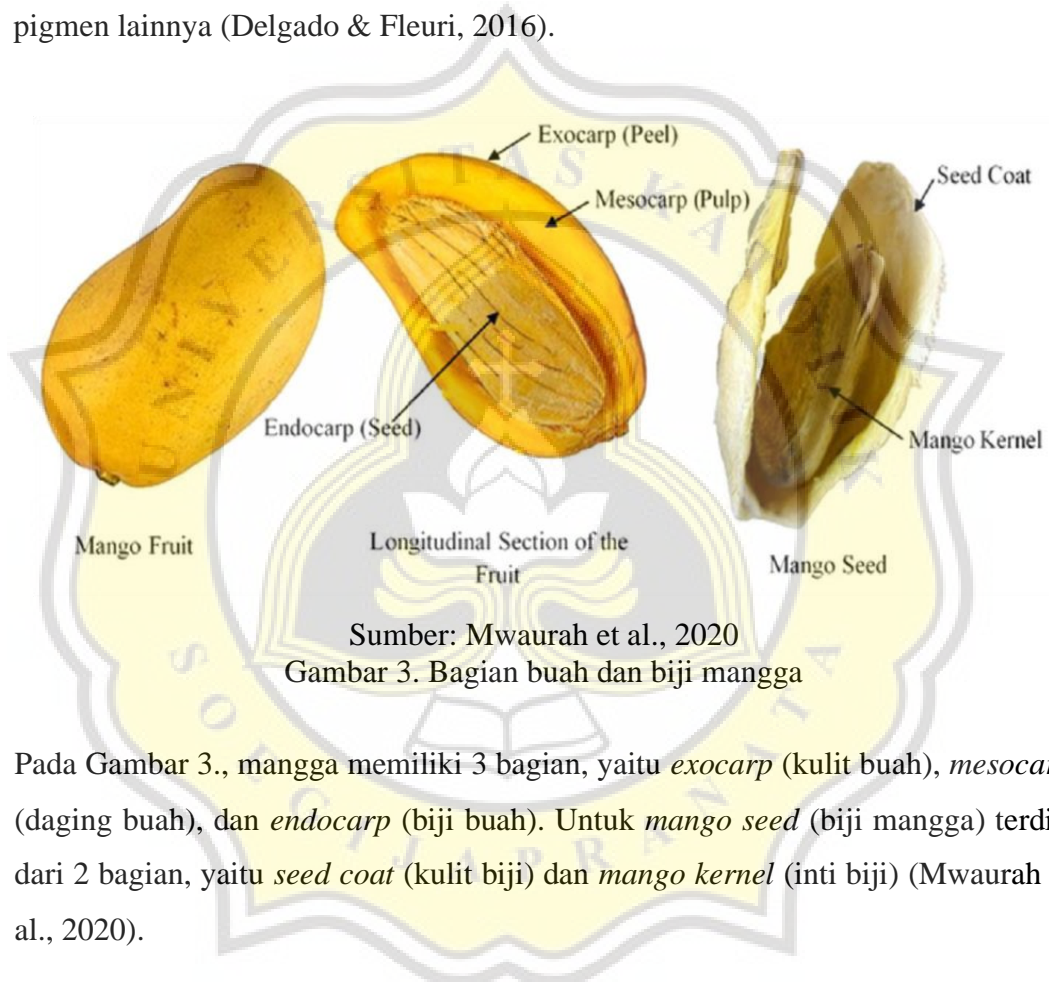
dikeluarkan dari rantai pasok makanan untuk dipulihkan (*recovered*) atau dibuang (termasuk kompos, tanaman yang dibajak, tanaman yang tidak dipanen, *aerobic digestion*, produksi bio-energi, *co-generation*, *incineration*, dan pembuangan ke saluran pembuangan atau ke tempat pembuangan akhir atau ke laut). Limbah makanan dapat dilakukan valorisasi dan konversi dengan digunakan kembali atau didaur ulang menjadi pakan hewan, *biobased materials*, dan *biochemical processing* (Östergren et al., 2014).

Kehilangan dan limbah makanan terjadi karena kesalahan pada seluruh rantai pasok makanan. Pada seluruh rantai pasok makanan, jutaan ton makanan diproduksi, diproses, dan didistribusi untuk memberi makan penduduk dunia. Namun sekitar 815 juta orang (12,9% dari total populasi) yang sebagian besar tinggal di negara berkembang mengalami kekurangan gizi dan kelaparan. Di Amerika Serikat, sekitar 15,8 juta rumah tangga mengalami ancaman ketahanan pangan dengan mengurangi kehilangan dan limbah makanan sebesar 15% dapat mengurangi terjadinya hal tersebut. Jika kehilangan dan limbah makanan berkurang 50% maka sekitar 1 miliar orang dapat terpenuhi kebutuhannya. Mengingat bertambahnya permintaan pangan maka perlu perhatian khusus terkait pasokan pangan global yang memadai dan berkelanjutan (Ishangulyyev et al., 2019).

### 1.2.2. Mangga

Mangga termasuk dalam anggota famili *Anacardiaceae* dengan genus *Mangifera* yang memiliki kurang lebih 70 spesies, diantaranya yang paling terkenal adalah *Mangifera indica* L. Termasuk jenis pohon tahunan yang berasal dari Asia Selatan dan Tenggara namun sekarang dibudidayakan di seluruh dunia khususnya dengan iklim tropis. Secara komersial mangga dibagi dalam 2 kelompok, yaitu mangga merah dan mangga kuning. Mangga merah merupakan mangga yang saat matang memiliki kulit berwarna merah. Contoh varietas mangga merah adalah Haden, Tommy Atkins, Keitt, Kent, dan Palmer. Sedangkan mangga kuning merupakan mangga yang saat matang memiliki kulit berwarna kuning. Contoh varietas mangga kuning adalah Totapuri dan Afonso. Untuk varietas yang mendominasi pasar dunia

adalah mangga merah hingga 90% (Delgado & Fleuri, 2016). Mangga termasuk buah klimaterik sehingga pemanenan dapat dilakukan pada saat kematangan fisiologis ketika belum mencapai titik konsumsi (tahap hijau matang) kemudian disimpan dan pematangannya dikontrol dengan pendinginan atau dengan *modified atmosphere*. Komposisi kimia mangga umumnya sebagian besar terdiri dari air, karbohidrat, asam organik, mineral, protein, vitamin (terutama asam askorbat), dan pigmen lainnya (Delgado & Fleuri, 2016).



Sumber: Mwaurah et al., 2020  
Gambar 3. Bagian buah dan biji mangga

Pada Gambar 3., mangga memiliki 3 bagian, yaitu *exocarp* (kulit buah), *mesocarp* (daging buah), dan *endocarp* (biji buah). Untuk *mango seed* (biji mangga) terdiri dari 2 bagian, yaitu *seed coat* (kulit biji) dan *mango kernel* (inti biji) (Mwaurah et al., 2020).

### 1.2.2.1. Kehilangan dan Limbah Mangga

#### 1.2.2.1.1. Kuantitas

Mangga merupakan buah tropis yang paling banyak dikonsumsi kedua setelah pisang (Matharu et al., 2016). Mangga dapat diproduksi dengan jumlah yang besar dan sangat diterima oleh konsumen sehingga produksi mangga terdapat di lebih dari 115 negara. Luas lahan yang digunakan untuk panen mangga secara global

mencapai sekitar 5,41 juta hektar dengan jumlah panen mencapai 42,66 juta metrik ton (Ruales et al., 2018). Biji mangga yang menjadi limbah mencapai sekitar 123.000 metrik ton setiap tahunnya secara global (Mwaurah et al., 2020).

India merupakan penghasil utama mangga mencapai 18,7 juta metrik ton (Castro-Vargas et al., 2019). Pada tahun 2013, produksi mangga di Indonesia mencapai sekitar 2,2 juta ton dengan limbah mencapai sekitar 768.000 ton. Kemudian pada tahun 2014, produksi mangga di Indonesia mencapai sekitar 2,4 juta ton dengan limbah mencapai 851.000 ton (Sukasih & Setyadjit, 2017). Mangga lebih sering dikonsumsi secara langsung tanpa pemrosesan. Tetapi untuk memperpanjang masa simpan, industri melakukan pemrosesan dengan cara dikalengkan (*canned*), dibekukan (*frozen*), dihaluskan (*mashed*), dikeringkan (*dehydrated*), atau diolah menjadi jus (*juice*) maupun selai (*jam*) (Ben-Othman et al., 2020). Limbah yang dihasilkan oleh industri pemrosesan mangga mencapai sekitar 40-60% dengan 12-15% kulit buah dan 15-20% biji buah (Diego Ballesteros-Vivas et al., 2019).

#### **1.2.2.1.2. Kualitas**

Kulit mangga memiliki sumber nutrisi dan senyawa *nutraceutical* yang dapat digunakan untuk menghasilkan keuntungan ekonomi dalam industri pangan. Senyawa *nutraceutical* yang dimiliki kulit mangga, yaitu antioksidan (retinol, asam askorbat, karoteonoid) dan senyawa fenolik untuk antikanker. Kulit mangga juga memiliki zat aktif secara biologis seperti polifenol, flavonoid, antosianin, vitamin, dan enzim. Serta kandungan mineral yang terdapat pada kulit mangga, yaitu kalium, tembaga, seng, mangan, besi, dan selenium. Pada kulit mangga terdapat pula serat pangan (*dietary fiber*) mencapai sekitar 28-78% dengan 14-50% serta pangan larut (*soluble dietary fiber*) dan 13-28% serat pangan tidak larut (*insoluble dietary fiber*) yang terdiri dari gula netral dan asam uronat. Kulit mangga matang memiliki serat pangan larut lebih banyak daripada kulit mangga mentah (Serna-Cock et al., 2016; Tirado-Kulieva et al., 2021).

Biji mangga memiliki kandungan senyawa bioaktif yang tinggi seperti senyawa fenolik, karotenoid, vitamin C, dan serat pangan yang dapat meningkatkan kesehatan manusia. Biji mangga juga menjadi sumber karbohidrat yang baik (58-80%), protein (6-13%), serta memiliki asam amino esensial dan lipid (6-16%) yang terdiri dari asam oleat dan asam stearat. Kandungan lemak pada biji mangga sangat mirip dengan lemak kakao komersial. Terdapat pula kandungan tanin yang tinggi yang dapat memberikan efek antidiare (Torres-León et al., 2016). Pada 100 g *mango kernel* terdapat kandungan senyawa bioaktif yang terdiri dari 20,7 mg tanin; 6,0 mg asam galat; 12,6 mg kumarin; 7,7 mg asam kafeat; 20,2 mg vanillin; 4,2 mg *mangiferin*; 10,4 mg asam ferulat; 11,2 mg asam sinamat; dan 7,1 mg komponen tanpa nama (Asif et al., 2016).

#### 1.2.2.1.3. Valorisasi

Kulit mangga yang kaya akan serat pangan larut cocok sebagai bahan baku pengembangan pangan fungsional. Formulasi makaroni dan pasta yang ditambahkan dengan 5% kulit mangga dapat diterima dengan baik oleh konsumen dan memiliki *nutraceutical* yang lebih baik. Biskuit dengan rasa mangga yang ditambahkan 10% tepung kulit mangga juga diterima dengan baik oleh konsumen. Produk roti yang ditambahkan 10% tepung kulit mangga ternyata meningkatkan kandungan serat pangan dari 6,5% menjadi 20,7% sehingga dapat menjaga keseimbangan serat pangan larut dan serat pangan tidak larut. Tidak hanya serat pangan yang mengalami peningkatan tetapi kandungan polifenol juga meningkat dari 0,5 mg/g menjadi 4,5 mg/g serta kandungan karotenoid meningkat dari 17 mg/g menjadi 247 mg/g (Jalgaonkar et al., 2018; Serna-Cock et al., 2016). Terdapat paten dengan kode “WO2013141723 A1” berisi tentang pengolahan kulit mangga menjadi produk pektin dan polifenol (Banerjee et al., 2017).

Biji mangga khususnya bagian *mango kernel* dapat diolah menjadi minyak yang disebut dengan *mango kernel oil* (MKO). Berbeda dengan minyak nabati pada umumnya, MKO tidak membutuhkan pemurnian terlebih dahulu serta tidak membutuhkan hidrogenasi karena kandungan asam lemak bebas dan nilai

peroksidanya sudah cukup rendah. MKO dapat dimanfaatkan sebagai *cocoa butter equivalent* pada produk coklat dan *confectionary*. Jika dibandingkan dengan *cocoa butter substitute* dan *cocoa butter replacer*, MKO memiliki karakteristik asam lemak tak jenuh, trigliserida, dan *melting point* yang sangat mirip dengan *cocoa butter*. Serta MKO memiliki sifat fitokimia dan fisikokimia yang baik untuk kesehatan dan lebih murah sehingga lebih efisien dalam pengolahan (Mwaurah et al., 2020).

*Mango kernel* terdapat kandungan pati mencapai sekitar 58-80% dengan 21% amilosa dan 0,19-0,44% tanin yang biasa disebut dengan *mango kernel starch* (MKS). MKS dapat dimanfaatkan untuk memproduksi *films* yang dapat digunakan menjadi *biodegradable films* (Mwaurah et al., 2020). Salah satu contoh adalah *poly lactic acid* (PLA) adalah polimer *biodegradable* digunakan sebagai pengemas tetapi memiliki mutu yang kurang baik. Tetapi dengan menambahkan MKS maka dapat meningkatkan mutu PLA (Lima et al., 2019). Serta MKS dapat bermanfaat sebagai pengental dan stabilator yang digunakan pada sup (Yatnatti & Vijayalakshmi, 2018). *Mango kernel* juga dapat diolah menjadi tepung yang disebut dengan *mango kernel flour* (MKF) yang dapat mensubstitusi tepung terigu pada produk roti (Mwaurah et al., 2020).

MKO dilakukan uji toksikologi dengan menggunakan tikus. MKO dimasukkan ke dalam pakan berbasis protein dengan konsentrasi 10% dan 20% kemudian dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi makan minyak kacang tanah. Hasilnya rasio efisiensi pakan, pencernaan, dan kinerja pertumbuhan tikus yang diberi MKO tidak berbeda nyata dengan kelompok kontrol. Studi toksikologi membuktikan tidak ada perbedaan kinerja produksi, serum, hati, kolesterol total, lipid total, trigliserida, dan berat badan dibandingkan dengan kontrol. Evaluasi histopatologi organ tidak menunjukkan adanya kelainan. Sehingga dapat disimpulkan MKO dapat menjadi pengganti lemak tanpa efek secara toksik (Nadeem et al., 2016). Serta berdasarkan regulasi di Jepang, penggunaan *mango kernel* pada makanan diizinkan (Z. A. M. Adilah & Hanani, 2019).



### **1.3. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka yang telah disampaikan, maka identifikasi masalah yang diperoleh adalah:

1. Sejauh mana perkembangan keberadaan limbah mangga dari aspek kuantitas dan kualitas?
2. Sejauh mana perkembangan teknologi valorisasi dari limbah buah mangga untuk menghasilkan produk bernilai tinggi?
3. Sejauh mana perkembangan tantangan dan peluang teknologi valorisasi dalam industri?

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan identifikasi masalah, maka tujuan penelitian dilakukan adalah mengetahui perkembangan keberadaan limbah mangga dari aspek kuantitas dan kualitas, mengevaluasi perkembangan teknologi valorisasi dari limbah buah mangga menghasilkan produk bernilai tinggi, serta mengevaluasi perkembangan tantangan dan peluang teknologi valorisasi dalam industri.