

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Kehilangan dan limbah pangan merupakan salah satu isu kebijakan dalam beberapa tahun terakhir dan semakin menjadi perhatian publik. Di sepanjang rantai pasokan pangan dari produksi hingga konsumsi, sepertiga dari makanan yang diproduksi secara global hilang pada tahap pasca panen dan pra-konsumsi, serta terbuang pada tahap pasca konsumsi. Kehilangan pangan dapat diartikan sebagai penurunan kualitas dan kuantitas makanan yang terjadi pada tahap produksi, pasca panen, pengolahan dalam rantai pasokan pangan. Kehilangan pangan adalah bahan pangan yang mengalami penurunan kualitas seperti busuk, memar, dan layu. Sebagian besar kehilangan pangan disebabkan oleh proses yang kurang efisien di sepanjang rantai pasokan pangan, seperti proses distribusi yang buruk, kurangnya teknologi, pengetahuan, keterampilan, dan akses pasar (Gustavsson *et al.*, 2011). Sementara itu, limbah pangan didefinisikan sebagai makanan yang layak untuk dikonsumsi manusia yang dibuang, baik setelah dibiarkan rusak atau disimpan melebihi tanggal kadaluarsa. Hal ini sering kali disebabkan oleh makanan yang rusak, tetapi ada beberapa alasan lain, seperti kelebihan pasokan, tergantung pada kondisi pasar, atau kebiasaan makan dan belanja konsumen individu (Luo *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian Chen *et al.* (2020), per hari terdapat total 1,13 juta ton produk makanan layak konsumsi yang terbuang percuma di seluruh dunia dengan rata-rata limbah makanan global 178 g per kapita per hari atau 65 kg per tahun. Adanya kehilangan dan limbah pangan di sepanjang rantai pasokan pangan ini tidak hanya meningkatkan permintaan produksi pangan tetapi juga menyebabkan dampak lingkungan dengan dihasilkannya limbah makanan.

Komoditas penghasil kehilangan dan limbah pangan tertinggi adalah umbi-umbian, yaitu sebesar 47% (Gustavsson *et al.*, 2011). Hal ini disebabkan karena umbi-umbian segar mudah rusak selama kegiatan panen dan pasca panen, terutama di iklim hangat dan lembab di banyak negara berkembang. Dari kelompok umbi-umbian, kentang merupakan salah satu bahan pangan yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi di dunia. Berdasarkan data Statista (2021), produksi kentang di dunia dari tahun 2011 hingga 2019 cenderung stabil sekitar 360 juta ton, namun pada tahun 2016 produksi mengalami

penurunan menjadi 357 juta ton dan kemudian mengalami kenaikan menjadi 373 juta ton pada tahun 2017. Tercatat bahwa pada tahun 2019, Cina merupakan produsen kentang terbesar di dunia dengan produksi kentang sebesar 91,82 juta ton yang dihasilkan dari lahan dengan luas 4,91 juta hektar. Disusul oleh India dengan produksi kentang sebanyak 50,19 juta ton yang dihasilkan dari lahan seluas 2,17 juta hektar, kemudian Rusia dengan produksi kentang sebanyak 22,07 juta ton dari lahan dengan luas 1,24 juta hektar (FAOSTAT, 2019). Sedangkan di Indonesia, produksi kentang dari tahun 2015 hingga 2019 cenderung tidak stabil, khususnya pada tahun 2017 mengalami penurunan menjadi 1,16 juta ton dari 1,21 juta ton di tahun 2016. Pada tahun 2019, produksi kentang di Indonesia mencapai 1.31 juta ton yang dihasilkan dari lahan dengan luas 0,68 juta hektar (BPS, 2019).

Tingginya produksi kentang secara global secara tidak langsung akan berdampak pada peningkatan kehilangan dan limbah kentang itu sendiri. Menurut Pathak *et al.* (2018), kentang merupakan salah satu komoditas dengan tingkat kehilangan tertinggi yaitu sekitar 0,16 ton limbah padat dihasilkan per ton kentang yang diproses. Limbah yang dihasilkan selama proses pengolahan kentang meliputi kulit kentang, kentang berkualitas rendah serta air limbah dari pengolahan pati. Limbah kentang tersebut memiliki kandungan karbohidrat, pati, serat pangan, protein, lemak, abu, dan berbagai senyawa fenolik seperti asam fenolat dan flavonoid yang memiliki banyak manfaat (FAO, 2009).

Selama ini, pemanfaatan limbah kentang lebih banyak digunakan sebagai pupuk tanaman, bahan biogas, pakan ternak, atau hanya dibuang, dibakar dan ditimbun sehingga tidak menghasilkan nilai bagi para petani tetapi menyebabkan kerugian dalam pengelolaan limbah dan menyebabkan pencemaran lingkungan (Wu, 2016). Padahal, dengan banyaknya senyawa yang terkandung dalam limbah kentang maka perlu adanya pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan nilai guna dari limbah, seperti tepung kulit kentang, zat aditif fungsional, pengemulsi alami, dan antioksidan alami yang dapat ditambahkan dalam bahan pangan.

Peluang valorisasi untuk meningkatkan nilai ekonomi kulit kentang salah satunya dengan pemanfaatan sebagai antioksidan alami yang ditambahkan dalam bahan pangan. Ekstrak

kulit kentang yang ditambahkan pada minyak kedelai memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan hampir sama dengan aktivitas antioksidan dari antioksidan sintetis (Franco *et al.*, 2016). Limbah kulit kentang juga dapat digunakan dalam industri roti, dimana kulit kentang dapat menjadi bahan baku berbiaya rendah dengan sifat fisik dan kimia yang lebih unggul dibandingkan dengan dedak gandum (Javed *et al.*, 2019). Sementara itu, limbah pulp kentang tinggi akan kandungan pati dan berbagai komponen bioaktif sehingga dapat dimanfaatkan sebagai zat aditif fungsional, pengental atau stabilisator dalam berbagai produk pangan (Torres & Domínguez, 2020). Yang *et al.* (2018), menambahkan bahwa pulp kentang dapat digunakan sebagai pengemulsi alami dalam makanan karena kandungan pektin dalam kentang memiliki sifat pengemulsi yang lebih baik dari pektin jeruk dan apel.

Pemilihan topik mengenai valorisasi limbah kentang merupakan topik yang menarik untuk diteliti dan dipelajari lebih lanjut karena limbah kentang sebenarnya mengandung banyak zat gizi dan senyawa bioaktif yang memiliki sifat antioksidan, antibakteri, anti-karsinogenik, dan anti-inflamasi namun pemanfaatannya hanya untuk memproduksi pakan ternak dan pupuk bernilai rendah. Maka dari itu perlu dilakukan *review* yang lebih mendalam dan spesifik mengenai pemanfaatan limbah kentang sehingga dapat mencegah dan mengurangi kehilangan dan limbah pangan, serta dapat meningkatkan nilai dari limbah yang dihasilkan, baik secara ekologis maupun ekonomis.

## **1.2. Tinjauan Pustaka**

### **1.2.1. Kehilangan dan Limbah Pangan**

Kehilangan pangan dapat diartikan sebagai penurunan kualitas dan kuantitas makanan yang terjadi pada tahap produksi, pasca panen, pengolahan dalam rantai pasokan pangan (Gustavsson *et al.*, 2011). Kehilangan pangan terutama mengacu pada bahan pangan mengalami penurunan kualitas seperti busuk, memar, dan layu. Sebagian besar kehilangan pangan disebabkan oleh proses yang kurang efisien di sepanjang rantai pasokan pangan, seperti kurangnya teknologi, pengetahuan, keterampilan, dan akses pasar. Sementara itu, limbah pangan didefinisikan sebagai makanan yang layak untuk dikonsumsi manusia yang dibuang, baik setelah dibiarkan rusak atau disimpan melebihi tanggal kadaluarsa. Hal ini sering kali disebabkan oleh makanan yang rusak, tetapi ada

beberapa alasan lain, seperti kelebihan pasokan, tergantung pada kondisi pasar, atau kebiasaan pembelian dan konsumsi konsumen. Makanan yang tidak dikonsumsi terjadi karena pangan tidak dimanfaatkan dengan baik, seperti membeli dalam jumlah banyak dan menjadi kadaluwarsa karena terlalu lama disimpan sehingga tidak layak dimakan lagi, atau contoh lainnya adalah mengambil makanan secara berlebih sehingga masih tersisa banyak di piring. Secara global, setiap orang rata-rata menghasilkan 65 kg limbah pangan per tahun, diantaranya 25% melalui sayuran yang terbuang percuma, 24% melalui sereal, dan 12% melalui buah-buahan (Chen *et al*, 2020).

Berdasarkan pernyataan Gustavsson *et al*. (2011), terdapat beberapa contoh kehilangan dan limbah pangan yang terjadi pada masing-masing tahap rantai pasokan makanan adalah sebagai berikut:

1. Selama proses produksi/panen, kehilangan pangan dapat diakibatkan kerusakan mekanis saat bahan pangan dipanen sehingga tidak memenuhi standar kualitas dan harus dibuang.
2. Selama penanganan dan penyimpanan pasca panen, dapat terjadi kehilangan pangan karena bahan pangan terdegradasi oleh jamur, hama, penyakit selama proses penanganan, penyimpanan dan transportasi antara pertanian dan distribusi.
3. Pada proses pengolahan, kehilangan pangan dapat terjadi ketika bahan pangan tidak lolos proses sortir karena tidak cocok untuk diproses atau karena adanya gangguan proses selama pencucian, pengupasan, pemotongan dan perebusan.
4. Selama distribusi, kehilangan dan limbah pangan dapat diakibatkan karena bahan pangan/makanan olahan yang dijual di pasar, supermarket tidak memenuhi standar mutu, tidak terjual dan telah melewati tanggal kadaluarsa sehingga harus dibuang.
5. Selama konsumsi, kehilangan dan limbah pangan dapat terjadi karena makanan yang dibeli konsumen terlalu banyak sehingga tidak dihabiskan/tidak dimakan.

### **1.2.2. Kentang**

Kentang (*Solanum tuberosum*) adalah salah satu komoditas dari kelompok umbi-umbian yang sering digunakan sebagai sumber karbohidrat dan merupakan makanan pokok bagi masyarakat di dunia setelah jagung, gandum, dan beras. Menurut FAOSTAT (2019), terdapat lebih dari 370 juta ton kentang diproduksi di seluruh dunia pada tahun 2019,

dengan adanya peningkatan volume produksi kentang dari 328,62 juta ton pada 2010. Cina merupakan penghasil kentang terbesar di dunia, dimana sekitar sepertiga dari kentang dunia diproduksi di Cina dan India. Kentang memiliki kandungan zat gizi yang cukup menonjol, yaitu kandungan karbohidrat sekitar 16-20%, protein 2-2,5%, serat 1-1,8%, dan lemak 0,15%. Kentang juga merupakan sumber vitamin C, B1, B3 dan B6 serta sumber mineral seperti potasium, fosfor, magnesium, dan zat besi (FAO, 2009). Selain itu, kandungan antioksidan dalam kentang dapat berperan dalam mencegah penyakit yang berhubungan dengan penuaan, dan kandungan serat pangannya dapat bermanfaat bagi kesehatan.

Tabel 1. Komposisi Gizi Kentang per 100 gram

Kandungan Gizi	Jumlah	Kandungan Gizi	Jumlah
Energi	62 kal	Zat besi	0,7 mg
Air	83,4 g	Natrium	7 mg
Karbohidrat	13,5 g	Kalium	396 mg
Protein	2,1 g	Tembaga	0,40 mg
Lemak	0,2 g	Seng	0,3 mg
Serat	0,5 g	Thiamin (Vit. B1)	0,09 mg
Abu	0,8 g	Riboflavin (Vit. B2)	0,10 mg
Kalsium	63 mg	Niasin (Vit. B3)	1 mg
Fosfor	58mg	Vitamin C	21 mg

(Izwardy, 2018)

Komposisi nutrisi kentang ini dipengaruhi oleh kondisi pra-panen yang berbeda seperti lingkungan dan kematangan saat panen, serta kondisi pasca panen seperti pengolahan, penyimpanan, distribusi (Burgos *et al.*, 2020). Setelah panen, kentang tidak hanya dikonsumsi sebagai sayuran namun digunakan untuk berbagai keperluan seperti produk olahan kentang, pakan ternak, dan sebagai umbi bibit (FAO, 2009). Miranda & Aguilera (2006) menambahkan bahwa sebanyak 31% kentang dikonsumsi dalam keadaan segar, 37% diolah menjadi produk kentang beku, 12% sebagai keripik kentang, 12% sebagai kentang dehidrasi, dan sisanya sebagai umbi bibit, pakan ternak, produk kaleng.

Kualitas kentang yang diproduksi ditentukan mulai dari pemilihan benih hingga pengelolaan tanaman, kondisi panen, dan perlakuan pasca panen (Pinhero & Yada, 2016). Salah satu masalah dalam produksi kentang yaitu kerusakan mekanis, yang mana

kerusakan ini dapat mempercepat proses fisiologis yang berujung pada penuaan dan pembusukan, hilangnya nilai gizi, serta penurunan kualitas (OPara & Pathere, 2014). Kentang yang mengalami kerusakan dan tidak sesuai dengan standar kualitas tersebut nantinya akan dibuang, digunakan sebagai pakan ternak, dan diolah menjadi produk lain yang memiliki nilai jual.

### **1.2.3. Keberadaan Limbah Kentang**

Pada seluruh rantai pasokan kentang, sekitar 53–55% dari produksi kentang segar awal akhirnya hilang. Dari total produksi awal kentang segar, 15–24% hilang selama produksi pertanian, selanjutnya 12–24% hilang saat distribusi, 1-3% hilang saat penjualan, dan 15% hilang selama konsumsi (Willersinn *et al.*, 2015). Sementara itu, ketika kentang mengalami proses pengolahan maka 41-46% dari total kentang awal akan hilang. Kehilangan pada kentang olahan saat distribusi sekitar 5-11%, saat pengolahan 14-15%, dan 2% saat konsumsi. Sementara itu, menurut Gustavsson *et al.* (2011), sepanjang rantai pasokan umbi-umbian, dihasilkan kehilangan dan limbah pangan sebesar 20% pada tahap pemanenan, 7% pada tahap pasca panen, 11% pada tahap pengolahan, 4% pada tahap distribusi, dan 10% pada tahap konsumsi. Kehilangan yang terjadi pada kentang sebagian besar terjadi karena kentang tidak memenuhi standar kualitas. Selain itu, 25–34% dari kehilangan kentang akibat kualitas ini disebabkan oleh alasan keamanan pangan, dan sisanya disebabkan oleh preferensi konsumen atau kesesuaian untuk penyimpanan. Secara total, faktor sosial seperti preferensi dan perilaku konsumen bertanggung jawab atas dua pertiga hingga tiga perempat dari semua kehilangan kentang segar, sedangkan faktor teknologi menyebabkan sekitar sepertiga dari total kerugian pengolahan kentang. Sebagian besar limbah kentang yang dihasilkan akan digunakan sebagai pakan ternak (67–90%), dan 30% dari semua limbah kentang segar dibuang (Willersinn *et al.*, 2015).

Selama proses pengolahan, dihasilkan berbagai limbah seperti kulit kentang, kentang berkualitas rendah serta air limbah dari pengolahan pati. Limbah dari industri kentang merupakan sumber serat, protein dan antioksidan yang baik yang dapat digunakan sebagai bahan pangan fungsional (Robles-Ramírez *et al.*, 2016). Limbah kulit kentang dihasilkan dalam produksi keripik, kentang goreng, kentang dehidrasi, pati, dan lain-lain yang perlu dimanfaatkan lebih baik. Limbah kulit kentang dapat mencapai 15-40% dari massa

produk awal, tergantung pada varietas kentang dan metode pengupasan (Torres & Domínguez, 2020). Limbah kulit kentang merupakan sumber serat makanan yang baik, dan karbohidrat yang tidak larut dalam air yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin namun kandungannya tergantung pada metode pengupasan. Metode pengupasan abrasi yang digunakan untuk memproduksi kripik kentang, menghasilkan lebih banyak pati dan lebih sedikit serat pangan (terutama lignin) dibandingkan dengan metode pengupasan uap yang digunakan untuk produksi kentang dehidrasi dan kentang beku (Javed *et al.*, 2019). Selain itu, metode pengupasan abrasi menghasilkan kehilangan kulit kentang yang lebih sedikit yaitu sekitar 6% (Tapia *et al.*, 2014) dibandingkan metode pengupasan uap yaitu sekitar 7,9% (Somsen *et al.*, 2004).

Metode pengupasan merupakan faktor penting yang mempengaruhi komposisi kimia dan kesesuaian pemanfaatan kulit kentang lebih lanjut. Metode pengupasan dapat dibedakan menjadi pengupasan manual menggunakan pisau, pengupasan mekanik, pengupasan kimia, pengupasan enzimatik, serta pengupasan termal (Tapia *et al.*, 2014). Pengupasan mekanik (abrasi) menggunakan mesin pengupas drum dengan tonjolan di permukaan bagian dalam dan drum berputar dan kemudian melepaskan kulit dari kentang dengan abrasi. Metode pengupasan kimia melibatkan perendaman produk dalam larutan alkali (NaOH dan KOH) pada suhu tinggi (90-100 °C). Pada pengupasan enzimatik dilakukan pencelupan ke dalam larutan pektinase 1% dengan infus vakum. Dalam pengupasan termal (uap), kentang dimasukkan ke dalam bejana tekan dengan uap (1500 kPa) yang berputar pada kecepatan 4-6 rpm (Tapia *et al.*, 2014).

Kulit kentang mengandung berbagai polifenol dan asam fenolat yang menunjukkan aktivitas antioksidan, sedangkan asam lemak dan lipid menunjukkan aktivitas antibakteri. Kulit kentang ini mengandung senyawa fenolik yang jumlahnya sepuluh kali lebih tinggi dibandingkan kandungan senyawa fenolik pada daging kentang (Sepelev & Galoburda, 2015). Kandungan senyawa fenolik dalam kulit kentang berbeda-beda tergantung pada varietasnya, namun dapat diklasifikasikan menjadi asam fenolat dan flavonoid. Asam fenolat merupakan senyawa fenolik utama dalam kentang dan yang paling menonjol adalah asam klorogenat yaitu sebanyak 50-60% dari total senyawa fenolik, disertai dengan asam caffeic, asam ferulat, asam galat dan asam vanilat (Torres & Domínguez,

2020). Sedangkan flavonoid yang paling umum adalah flavonol, flavan-3-ols, flavon, flavanon, dan antosianin (Schieber & Saldaña, 2009). Senyawa fenolik tersebut berkontribusi pada aktivitas antioksidan, anti-karsinogenik, anti-inflamasi, antimikroba, dan dapat mencegah penyakit degeneratif.

Limbah lainnya dari industri kentang adalah air limbah dan sisa pulp umbi yang jumlahnya 75% dari massa limbah yang dihasilkan. Pulp kentang merupakan salah satu limbah dari industri kentang yang dihasilkan dari residu dari pati kentang yang tercuci. Diperkirakan dari 100 kg kentang diperoleh 42–54 kg pulp kentang. Pulp kentang ini memiliki karakteristik viskositas tinggi dan menunjukkan sifat fisik dan fisikokimia yang mirip dengan koloid (Kot *et al.*, 2020).

#### **1.2.4. Valorisasi**

##### **1.2.4.1. Status Valorisasi**

Limbah kulit kentang dihasilkan dalam produksi keripik, kentang goreng, kentang dehidrasi, pati, dan lain-lain yang perlu dimanfaatkan lebih baik. Kulit kentang mengandung berbagai polifenol dan asam fenolat yang menunjukkan aktivitas antioksidan, sedangkan asam lemak dan lipid menunjukkan aktivitas antibakteri. Limbah kulit kentang tersebut dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan alami yang ditambahkan pada bahan pangan seperti minyak nabati dan daging sehingga dapat memperlambat oksidasi lipid (Farvin *et al.*, 2012; Samotyja, 2019). Penggunaan antioksidan alami dari ekstrak kulit kentang ini dapat menjadi pengganti antioksidan sintetis yang lebih aman untuk memperpanjang umur simpan lemak, minyak dan daging. Limbah kentang juga digunakan sebagai sumber serat yang dapat ditambahkan pada produk pangan. Serat pangan yang terkandung dalam limbah kentang, khususnya kulit kentang dan pulp kentang yang digunakan sebagai bahan tambahan dalam produksi roti yang akan meningkatkan nilai gizi dan karakteristik lainnya (Dhingra *et al.*, 2012; Kumar *et al.*, 2020).

##### **1.2.4.2. Tantangan**

Metode konvensional yang digunakan untuk mengekstrak senyawa fenolik dari limbah kentang seperti *solid-liquid extraction* memiliki banyak kelemahan, seperti

membutuhkan waktu yang lama dan konsumsi pelarut yang lebih banyak. Selain itu, pelarut yang digunakan untuk ekstraksi senyawa fenolik limbah kentang seperti etanol dan metanol memiliki harga yang mahal, mudah terbakar dan toksisitas yang tinggi (Gaudino *et al.*, 2020). Dari segi keamanan, kentang khususnya kulit kentang memiliki kandungan glikoalkaloid seperti  $\alpha$ -solanine dan  $\alpha$ -chaconine yang bersifat toksik. Dosis toksik glikoalkaloid pada manusia diperkirakan 2-5 mg/kg berat badan sedangkan *lethal dose* diperkirakan 3-6 mg/kg berat badan. Senyawa glikoalkaloid ini termasuk zat antinutrisi yang menghambat penyerapan nutrisi oleh tubuh, dan racun yang dapat menyebabkan keracunan dan merusak fungsi tubuh (Rytel, 2012; Omayio *et al.*, 2016).

#### **1.2.4.3. Peluang**

Untuk mengatasi tantangan dalam penggunaan metode ekstraksi konvensional yang membutuhkan waktu dan pelarut banyak digunakan metode ekstraksi lain, diantaranya *microwave-assisted extraction* (MAE), *pressurized liquid extraction* (PLE), *pulsed electric fields* (PEF), *subcritical water extraction* (SWE), dan pemanasan ohmik (Akyol *et al.*, 2016). Pelarut air dapat digunakan sebagai alternatif untuk ekstraksi senyawa fenolik limbah kentang yang murah dan tidak menimbulkan efek toksisitas (Fritsch *et al.*, 2017). Sementara itu, untuk mengurangi kandungan glikoalkaloid pada produk valorisasi yang dihasilkan dapat dilakukan dengan menambahkan proses *blanching* yang menurunkan kandungan glikoalkaloid sekitar 25-28%, dan proses pengeringan yang menurunkan glikoalkaloid sekitar 25% (Rytel, 2012).

### **1.3. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang dan berbagai literatur yang telah dibaca, maka ditemukan masalah yang akan diidentifikasi, yaitu:

- Se jauh mana kehilangan dan limbah kentang yang dihasilkan di sepanjang rantai pasok kentang, dilihat dari kuantitas dan karakteristik bahan?
- Se jauh mana keberadaan dan kelayakan teknologi valorisasi dari kehilangan dan limbah kentang dalam menghasilkan produk yang potensial?
- Se jauh mana tantangan dan peluang aplikasi teknologi valorisasi limbah kentang?

#### 1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini untuk:

- Mengetahui dan mendeskripsikan kehilangan dan limbah kentang yang dihasilkan di sepanjang rantai pasok kentang, dilihat dari kuantitas dan karakteristik bahan.
- Menghimpun dan mengevaluasi kelayakan teknologi valorisasi dari kehilangan dan limbah kentang dalam menghasilkan produk yang potensial.
- Mengetahui tantangan dan peluang aplikasi teknologi valorisasi limbah kentang.

