4. PEMBAHASAN

Daun yakon mengandung senyawa fruktooligosakarida (FOS) yang dapat menjadi salah satu alternatif pemanis alami. Dalam penelitian ini daun yakon akan diekstraksi menggunakan variabel ukuran daun (*mesh*) dan suhu ekstraksi. Senyawa fruktooligosakarida yang terkandung di dalam daun yakon akan diuji tingkat kemanisannya untuk mencari nilai Brix tertinggi dan akan dilakukan perhitungan total rendemen untuk mencari total rendemen tertinggi serta perhitungan total gula untuk mencari total gula tertinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran daun dan suhu terhadap ekstraksi senyawa fruktooligosakarida (FOS) dari daun yakon menggunakan 3 tingkatan variabel suhu (40ºC, 55ºC, dan 70ºC) dan 5 tingkatan ukuran ayakan (20, 40, 60, 80, dan 100 *mesh*) sehingga dapat menentukan teknik ekstraksi yang paling efektif dan paling optimum.

Pada penelitian ini, daun yakon yang sudah digiling halus dikeringkan terlebih dahulu dengan menggunakan oven pada suhu 50ºC selama 2 jam hingga kadar air pada bahan <10%. Pengeringan serbuk daun yakon bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menyebabkan pembusukan dan menghambat enzim *Polyphenol Oxidase* (PPO) karena enzim PPO menyebabkan warna coklat gelap pada daun dan memberikan rasa pahit (Jessica *et al.*, 2016). Selain itu pengeringan serbuk daun yakon juga berjuan untuk meningkatkan kadar fruktooligosakarida dan menurunkan kadar air pada bahan sehingga mengoptimalkan proses ekstraksi pada bahan (Lemus-Mondaca *et al.*, 2015). Setelah itu dilakukan proses penghalusan bahan yang bertujuan untuk menyeragamkan ukuran daun yakon dan dapat memperluas kontak antara permukaan daun dengan panas sehingga pemanasan dapat merata. Serbuk daun yakon diayak dengan menggunakan *automatic sieve* dengan variabel 5 tingkatan ukuran ayakan. Prinsip kerja dari alat ini yaitu memisahkan padatan sesuai dengan ukurannya dengan bantuan getaran. Setelah didapatkan serbuk daun yakon dengan berbagai ukuran, kemudian dilakukan proses pencampuran bahan dengan pelarut. Pemilihan pencampuran 20 gram serbuk daun yakon dengan 100 ml pelarut, didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Aziz *et al.*, (2020). Kemudian dilakukan proses ekstraksi menggunakan *waterbath* dengan variabel 3 tingkatan suhu ekstraksi selama 60 menit. Setelah didapatkan ekstrak cair dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring yang bertujuan untuk menghindari padatan dengan ukuran yang sangat kecil dan

masih terkandung di dalam ekstrak daun yakon (Jessica *et al.,* 2016). Selanjutnya ekstrak dipekatkan dengan menggunakan alat *rotary vacuum evaporator* pada suhu 45ºC. Setelah didapatkan ekstrak pekat, dilakukan pengukuran kadar brix dengan menggunakan alat *refraktometer* untuk mengetahui besarnya brix yang terkandung di dalam yakon yang dinyatakan dalam satuan %Brix. Kemudian dilakukan perhitungan total rendemen dengan menggunakan rumus dimana berat ekstrak pekat setelah proses evaporasi dibandingkan dengan berat serbuk awal sebelum proses evaporasi kemudian dikalikan dengan 100% dan hasilnya dinyatakan dalam persentase total rendemen. Untuk perhitungan total gula akan disetarakan sebagai sukrosa. Menurut Parmitasari & Eko (2013), brix adalah zat padat kering terlarut dalam suatu larutan yang dihitung sebagai sukrosa. Sedangkan untuk menghitung total gula sebagai sukrosa diperlukan adanya inversi sukrosa. Akan tetapi di dalam daun yakon sendiri mengandung senyawa fruktooligosakarida yang tersusun dari 2 dan 10 molekul fruktosa (Manrique *et al.,* 2005). Menurut Indahyanti *et al.,* (2014), inversi sukrosa berasal dari proses hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa dalam sauna asam atau panas.

4.1. Pengaruh Ukuran Daun (*mesh*) Terhadap Kadar Brix, Total Rendemen, dan Total Gula Setara Sukrosa

4.1.1. Pengaruh Ukuran Daun (*mesh*) terhadap Kadar Brix

Kadar brix tertinggi untuk variasi ukuran daun dihasilkan pada perlakuan 20 *mesh* (12,47%). Hal ini dikarenakan pada perlakuan ukuran 20 *mesh*, ukuran daun yang dihasilkan masih dalam bentuk kasar (ukuran lubang ayakan paling besar) daripada *mesh* lainnya, sehingga pelarut dapat langsung kontak dengan serbuk daun. Selain itu pada perlakuan 20 *mesh* kemungkinan terjadinya penggumpalan sangat rendah karena ukuran daun yang dihasilkan masih dalam bentuk kasar. Sedangkan kadar brix terendah untuk variasi ukuran daun dihasilkan pada perlakuan 100 *mesh* (10.97%). Semakin kecil ukuran daun (*mesh*) maka luas permukaan untuk perpindahan massa dari bahan ke pelarut semakin besar, namun tidak menjamin dapat meningkatkan kadar brix. Hal ini dikarenakan ukuran daun yang dihasilkan sangat halus sangat mudah terjadi aglomerasi (penggumpalan) ketika proses ekstraksi (Baldosano *et al.,* 2015). Serbuk daun yang menggumpal menyulitkan penetrasi pelarut ke dalam jaringan bahan sehingga kadar brix yang diperoleh menjadi rendah. Selain itu, peningkatan brix sudah tidak efektif lagi ketika ukuran daun yang digunakan lebih kecil dari 100 *mesh*.

4.1.2. Pengaruh Ukuran Daun (*mesh*) terhadap Total Rendemen

Total rendemen tertinggi untuk variasi ukuran daun dihasilkan pada perlakuan 100 *mesh* (10,11%). Sedangkan untuk total rendemen terendah yaitu pada perlakuan 20 *mesh*. (6,67%). Hal ini dikarenakan semakin kecil ukuran daun (*mesh*) maka luas kontak antara daun dengan pelarut juga semakin besar sehingga nilai rendemen yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang disampaikan oleh Jessica *et al.,* (2016), bahwa semakin kecil ukuran daun maka konsentrasi larutan ekstrak daun yakon juga akan semakin meningkat. Bustan *et al.,* (2008) juga mengatakan bahwa ukuran serbuk daun yang semakin kecil dapat memperluas permukaan bahan sehingga distribusi partikel dari bahan ke pelarut juga semakin menyebar.

4.1.3. Pengaruh Ukuran Daun (*mesh*) terhadap Total Gula Setara Sukrosa

Nilai total gula tertinggi untuk variasi ukuran daun dihasilkan pada perlakuan 80 *mesh* (114,82%). Akan tetapi nilai total gula yang dihasilkan tidak berbeda nyata dengan ukuran *mesh* 60 dan 100. Terjadi penurunan total gula setara sukrosa pada ukuran *mesh* 80 ke 100. Namun penurunan yang terjadi tidak signifikan dan tidak berbeda nyata. Menurut Subaryono & Apriani (2010), semakin kecil ukuran *mesh* maka viskositas larutan akan semakin meningkat dan membantu menurunkan kandungan bahan yang tidak larut air. Sedangkan nilai total gula terendah yaitu pada ukuran daun 20 *mesh* (83,01%). Menurut Anam (2010), semakin besar ukuran serbuk daun maka waktu ekstraksi yang dibutuhkan juga harus lebih lama. Hal ini bertujuan agar penetrasi pelarut ke dalam bahan bisa lebih maksimal sehingga total gula yang dihasilkan bisa lebih tinggi.

4.2. Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Kadar Brix, Total Rendemen, dan Total Gula Setara Sukrosa

4.2.1. Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Kadar Brix

Kadar brix tertinggi untuk suhu ekstraksi dihasilkan pada perlakuan 70ºC (13,47%). Pada suhu ekstraksi 70ºC diperoleh nilai brix tertinggi karena pada suhu tersebut senyawa fruktooligosakarida yang terkandung di dalam daun yakon dapat terekstrak dengan maksimal. Menurut Matusek *et al.,* (2009), degradasi senyawa fruktooligosakarida terjadi pada kisaran suhu pengolahan 60-100ºC. FOS yang terdegradasi akan dipecah menjadi gula-gula penyusunnya yaitu glukosa dan fruktosa (Apriyanto & I Gusti, 2014). Hal inilah yang membuat nilai brix pada suhu ekstraksi 70ºC menjadi lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Kadar brix terendah

dihasilkan pada suhu ekstraksi 40ºC (10,41%). Pada suhu ekstraksi 40ºC senyawa fruktooligosakarida belum dapat terekstrak secara maksimal. Selain itu lama waktu ekstraksi yang digunakan untuk suhu 40ºC terlalu singkat. Waktu ekstraksi yang terlalu singkat menyebabkan senyawa aktif yang terdapat dalam bahan tidak ikut terekstrak sedangkan waktu ekstraksi yang terlalu lama menyebabkan ekstrak teroksidasi (Chairunnisa *et al.,* 2019). Menurut Antari *et al.,* (2015), ukuran partikel bahan berkaitan dengan lama ekstraksi dimana semakin lama proses ekstraksi maka kontak antara bahan dengan pelarut juga semakin maksimal sampai pada batas senyawa yang terekstrak habis dalam bahan.

4.2.2. Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Total Rendemen

Total rendemen tertinggi untuk variasi suhu ekstraksi dihasilkan pada perlakuan 55ºC (9,78%). Suhu ekstraksi yang digunakan berpengaruh terhadap hasil akhir ekstraksi (Katja *et al.,* 2009). Hal ini dibuktikan dari data yang diperoleh pada Tabel 6., suhu yang paling optimum untuk semua perlakuan variasi ukuran daun (*mesh*) adalah 55ºC. Dimana pada suhu tersebut terjadi peningkatan total rendemen yang paling tinggi. Sedangkan untuk total rendemen terendah yaitu pada perlakuan 70ºC. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sekarsari *et al.,* (2019) dalam penelitiannya, dimana suhu dan waktu ekstraksi merupakan faktor penting yang mempengaruhi proses ekstraksi. Suhu ekstraksi yang terlalu tinggi melampaui batas optimum dapat menyebabkan hilangnya senyawa-senyawa pada bahan karena teroksidasi (Ibrahim *et al.,* 2015).

4.2.3. Pengaruh Suhu Ekstraksi terhadap Terhadap Total Gula Setara Sukrosa

Nilai total gula tertinggi untuk variasi suhu ekstraksi dihasilkan pada perlakuan 55℃ (113,07%). Menurut Ibrahim *et al.,* (2015), suhu ekstraksi yang terlalu tinggi dan melampaui batas optimum dapat menyebabkan hilangnya senyawa-senyawa pada bahan karena teroksidasi. Selain itu, apabila suhu ekstraksi yang digunakan melampaui batas optimum maka komponen yang ingin diekstrak dapat mengalami perubahan struktur. Berdasarkan Tabel 9., dapat dilihat bahwa nilai total gula terendah dihasilkan pada suhu ekstraksi 40ºC (86,81%). Hal ini dikarenakan senyawa-senyawa yang berperan sebagai pemanis alami tidak dapat terekstrak secara maksimal pada suhu ekstraksi 40ºC. Menurut Antari *et al.,* (2015), ukuran partikel bahan berkaitan dengan lama ekstraksi dimana semakin lama proses ekstraksi maka kontak antara bahan dengan pelarut juga akan semakin maksimal. Marlina & Endang (2018), juga mengatakan bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka

semakin banyak komponen pemanis yang ikut terlarut. Sehingga untuk meningkatkan total gula pada suhu ekstraksi 40℃ diperlukan waktu ekstraksi yang lebih lama dibandingkan dengan perlakuan lainnya agar diperoleh hasil yang maksimal.

4.3. Pengaruh Interaksi Ukuran Daun (*mesh*) dan Suhu Ekstraksi Terhadap Kadar Brix, Total Rendemen, dan Total Gula Setara Sukrosa

4.3.1. Kadar Brix pada Interaksi Ukuran Daun (*mesh*) dan Suhu Ekstraksi

Berdasarkan pada Tabel 4., dapat disimpulkan bahwa variasi ukuran yang paling optimum untuk mendapatkan kadar brix tertinggi yaitu pada perlakuan 80 *mesh*. Karena pada ukuran 100 *mesh*, ukuran serbuk daun yang dihasilkan sangat halus sehingga kemungkinan terjadinya penggumpalan semakin besar ketika dilakukan proses ekstraksi (pelarut tidak dapat kontak dengan bahan karena terhalang oleh bahan yang menggumpal). Penggumpalan pada serbuk daun membuat proses ekstraksi menjadi tidak maksimal sehingga nilai brix yang diperoleh menjadi rendah. Selain itu pada perlakuan 80 *mesh* menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata dengan perlakuan 60 dan 40 *mesh*. Peningkatan kadar brix sudah tidak efektif lagi ketika ukuran daun yang digunakan lebih kecil dari 100 *mesh*. Perlakuan terbaik untuk variasi ukuran daun yaitu pada perlakuan 20 *mesh* karena ukuran daun yang paling kasar sehingga kemungkinan terjadinya penggumpalan sangat rendah dan pelarut dapat dengan mudah kontak dengan bahan. Menurut Baldosano *et al.*, (2015), ukuran daun yang paling efektif untuk ekstraksi harus dapat memaksimalkan daerah untuk perpindahan massa dari bahan ke pelarut dan bisa mencegah aglomerasi (penggumpalan).

Suhu ekstraksi yang paling optimum untuk meningkatkan kadar brix yaitu pada suhu 70ºC. Karena pada suhu tersebut senyawa fruktooligosakarida dapat kontak dengan pelarut secara maksimal dengan waktu ekstraksi selama 60 menit. Menurut Chairunnisa *et al.*, (2019), kelarutan senyawa aktif yang akan diekstrak akan bertambah besar seiring dengan meningkatnya suhu ekstraksi. Akan tetapi ketika menggunakan suhu ekstraksi 40ºC dan 55ºC diperlukan waktu ekstraksi yang lebih lama untuk mendapatkan senyawa fruktooligosakarida secara maksimal. Baldosano *et al.*, (2015) juga mengatakan bahwa pemberian waktu ekstraksi yang lebih lama dapat membantu memberikan keseimbangan antara bahan dan pelarut sehingga hasil ekstraksi yang didapatkan bisa lebih maksimal. Perlakuan terbaik untuk variasi ukuran daun dan suhu ekstraksi terhadap kadar brix yaitu pada perlakuan F (40 *mesh* ; 70ºC).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran daun (*mesh*) maka kadar brix yang dihasilkan semakin rendah (Gambar 8). Terjadinya penurunan nilai Brix pada variasi ukuran daun (*mesh*) disebabkan oleh penggumpalan ketika proses ekstraksi karena ukuran bubuk daun pada *mesh* tersebut terlalu halus sehingga menyulitkan penetrasi pelarut ke dalam jaringan bahan bahan sehingga senyawa fruktooligosakarida yang terekstrak menjadi tidak maksimal (Anam, 2010). Pada perlakuan 20 *mesh* tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dengan perlakuan 40 dan 80 *mesh*. Begitu juga pada perlakuan 60 *mesh* tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dengan perlakuan 40 dan 80 *mesh*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan 100 *mesh* sudah tidak efektif lagi untuk mengekstrak senyawa fruktooligosakarida. Hal ini dibuktikan pada Tabel 4., dimana pada perlakuan 100 *mesh* menunjukkan nilai rata-rata yang paling rendah (10,97%) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Berdasarkan grafik hubungan antara variasi ukuran daun dan suhu ekstraksi terhadap brix dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi maka nilai brix yang diperoleh juga akan meningkat. Hal ini dikarenakan penggunaan suhu ekstraksi yang terlalu rendah membuat senyawa fruktooligosakarida yang terkandung di dalam daun yakon tidak dapat terekstrak secara maksimal. Hal ini yang membuat kadar brix pada suhu ekstraksi 40ºC dan 55ºC lebih rendah dibandingkan kadar brix pada suhu ekstraksi 70ºC. Pada suhu ekstraksi 70ºC senyawa fruktooligosakarida akan terekstrak secara maksimal karena dipecah menjadi gula-gula penyusunnya sehingga kadar brix yang dihasilkan menjadi lebih tinggi dibandingkan suhu 40ºC dan 55ºC. Berdasarkan Gambar 8., dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran daun (*mesh*) dan semakin rendah suhu ekstraksi yang digunakan maka kadar brix yang diperoleh semakin rendah. Semakin besar ukuran daun (*mesh*) dan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka kadar brix yang dihasilkan juga semakin meningkat.

4.3.2. Total Rendemen pada Interaksi Ukuran Daun (*mesh*) dan Suhu Ekstraksi

Berdasarkan Tabel 7., total rendemen tertinggi (11,37%) yaitu pada perlakuan N (ukuran *mesh* 100 dengan suhu ekstraksi 55ºC). Nilai total rendemen yang dihasilkan cukup tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Djamil *et al.*, (2014) yang menunjukkan hasil rendemen ekstrak daun yakon tertinggi sebesar 11,02%. Sedangkan total rendemen terendah

(6,10%) yaitu pada perlakuan C (ukuran *mesh* 20 dengan suhu ekstraksi 70ºC). Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka total rendemen yang dihasilkan juga akan semakin rendah (Sukma *et al.,* 2017). Hal ini disebabkan karena pada suhu ekstraksi yang terlalu tinggi menyebabkan perubahan struktur dari senyawa-senyawa aktif dan komponen-komponen lainnya seperti *flavonoid* yang terkandung di dalam daun yakon akibat terdegradasi yang membuat senyawa tersebut tidak dapat terekstrak secara optimal sehingga total rendemen yang dihasilkan menjadi rendah. Selain itu penggunaan suhu ekstraksi yang terlalu tinggi melampaui batas optimumnya dapat menyebabkan senyawa-senyawa aktif yang terkandung di dalam bahan seperti antioksidan hilang karena teroksidasi (Ibrahim *et al.,* 2015).

Perhitungan total rendemen dilakukan untuk mengetahui banyaknya ekstrak yang didapatkan setelah proses ekstraksi (pemisahan senyawa aktif). Dimana semakin tinggi nilai rendemen merepresentasikan ekstrak yang diperoleh semakin banyak (Armando, 2009). Berdasarkan pada grafik hubungan antara variasi ukuran daun dan suhu ekstraksi terhadap rendemen, dapat diketahui bahwa semakin kecil ukuran *mesh* maka total rendemen yang dihasilkan juga semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang disampaikan oleh Jessica *et al.,* (2016), bahwa semakin kecil ukuran daun maka konsentrasi larutan ekstrak daun yakon juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan luas kontak antara daun dengan pelarut juga akan semakin besar sehingga proses ekstraksi yang berlangsung juga akan lebih efektif dan konsentrasi larutan ekstrak daun yakon yang dihasilkan juga akan semakin besar karena semakin banyak senyawa aktif yang ikut terekstrak. Hal ini dibuktikan dari data pada Tabel 7., dimana pada semua perlakuan mengalami peningkatan nilai rendemen mulai dari ukuran *mesh* 20 hingga 100 pada tiga tingkatan suhu ekstraksi.

Suhu yang paling optimum untuk meningkatkan total rendemen yaitu pada suhu 55ºC. Suhu ekstraksi yang terlalu tinggi dan waktu ekstraksi yang terlalu lama serta melampaui batas optimum dapat menyebabkan hilangnya senyawa-senyawa pada bahan karena teroksidasi (Ibrahim *et al.,* 2015). Yuliantari *et al.,* (2017) juga menambahkan bahwa komponen bioaktif seperti *flavonoid* tidak tahan terhadap suhu tinggi terutama suhu di atas 50ºC. Apabila suhu ekstraksi yang digunakan melampaui batas optimum maka komponen bioaktif tersebut dapat mengalami

perubahan struktur sehingga ekstrak yang dihasilkan menjadi rendah. Berdasarkan Gambar 9., dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran daun (*mesh*) maka total rendemen yang diperoleh semakin tinggi. Semakin besar ukuran daun (*mesh*) dan semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka total rendemen yang dihasilkan juga semakin rendah. Suhu ekstraksi yang paling optimum untuk meningkatkan total rendemen yaitu pada suhu ekstraksi 55ºC.

4.3.3. Total Gula Setara Sukrosa pada Interaksi Ukuran *Mesh* Dan Suhu Ekstraksi

Berdasarkan Tabel 10., dapat dilihat bahwa variasi ukuran *mesh* untuk mendapatkan total gula setara sukrosa tertinggi diperoleh dari penggunaan tiga ukuran serbuk daun yaitu 60, 80, dan 100 *mesh* (dengan hasil yang tidak berbeda nyata). Menurut Yuliani *et al.*, (2019), luas kontak antara bahan dengan pelarut dalam proses ekstraksi sangat dipengaruhi oleh ukuran bahan yang digunakan. Dimana semakin kecil ukuran bahan yang digunakan maka semakin besar pula luas kontak antara bahan dengan pelarut. Total gula terendah yaitu pada ukuran daun 20 *mesh*, hal ini dikarenakan pada ukuran *mesh* tersebut serbuk daun yang dihasilkan memiliki ukuran yang masih kasar sehingga semakin banyak sel yang harus ditembus oleh pelarut untuk dapat mengekstrak senyawa aktif yang terkandung di dalam daun yakon.

Berdasarkan grafik hubungan antara variasi ukuran daun dan suhu ekstraksi terhadap dapat dilihat bahwa suhu yang paling optimum untuk meningkatkan total gula yaitu suhu 55ºC. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Marlina & Endang (2018) dan Chandra (2015) bahwa suhu optimum untuk ekstraksi padat cair yaitu 55ºC. Suhu ekstraksi yang melebihi batas optimum menyebabkan hilangnya senyawa-senyawa pada bahan karena teroksidasi. Sedangkan suhu ekstraksi yang terlalu rendah menyebabkan tidak semua senyawa terlarut dalam pelarut sehingga senyawa yang berperan sebagai pemanis tidak terekstrak secara maksimal sehingga total gula yang dihasilkan menjadi rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang disampaikan oleh Yuliantari *et al.*, (2017), bahwa penggunaan suhu ekstraksi yang terlalu rendah dengan waktu ekstraksi yang terlalu singkat dapat membuat senyawa yang terekstrak menjadi tidak maksimal. Berdasarkan Gambar 10., dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran daun (*mesh*) maka total gula yang dihasilkan semakin meningkat pula. Suhu ekstraksi yang paling optimum untuk meningkatkan total rendemen yaitu pada suhu ekstraksi 55ºC.