

4. PEMBAHASAN

Minuman serbuk instan merupakan salah satu produk minuman yang berbentuk serbuk dan memiliki karakteristik yang mudah larut di dalam air, waktu rehidrasi singkat, praktis, dan juga dapat memiliki umur simpan yang relatif lama (Yolandari A, 2021). Minuman serbuk instan dapat disajikan dengan cara diseduh dengan air hangat maupun dingin, dan hanya memerlukan waktu yang singkat (Saparianti & Hawa, 2017). Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembuatan minuman serbuk, yaitu bahan-bahan yang digunakan, proses yang dilakukan, dan juga proses pengkristalan (Desnita *et al.*, 2019).

Minuman serbuk instan sambiloto merupakan minuman yang terbuat dari ekstrak daun sambiloto dengan penambahan *whey protein*. Gula pasir juga menjadi bahan penting karena penambahan gula pasir yang dipanaskan akan membentuk kristal dari hasil pendinginan spontan (Gafar *et al.*, 2018). Gula pasir yang digunakan memiliki fungsi sebagai bahan pengisi yang akan memberikan rasa manis (Yolandari A, 2021), membantu proses kristalisasi, dan juga dapat menjadi bahan pengawet pada minuman serbuk.

Kristalisasi yaitu proses pembentukan dari suatu larutan yang homogen menjadi bentuk kristal (Christianty *et al.*, 2015). Proses kristalisasi yang dilakukan dengan menggunakan sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$), dapat dimanfaatkan sebagai agen pengkristal. Mekanisme dari kristalisasi yaitu dengan pemanasan sukrosa sampai mencair lalu dicampur dengan bahan-bahan lain. Kemudian air di dalam sukrosa akan menguap dan menyebabkan sukrosa kembali mengkristal (Desnita *et al.*, 2019). Dalam proses kristalisasi terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti suhu dan kecepatan agitasi atau kecepatan pengadukan yang digunakan.

Dalam penelitian ini terdapat satu variabel yang diamati yaitu penambahan *whey protein* dengan empat tingkat perlakuan (0, 25, 50, dan 75%). Beberapa parameter yang dianalisis yaitu waktu kristalisasi, rendemen, kadar air, kadar abu, waktu kelarutan, kemampuan pembasahan, warna, pH, *bulk density*, dan senyawa antioksidan. Pada penelitian ini tidak dilakukan uji sensori, namun apabila dilakukan, minuman serbuk ini dapat diterima oleh konsumen mengingat *whey protein isolate* yang sudah populer di kalangan masyarakat dan rasa dari minuman serbuk yang dihasilkan cenderung memiliki rasa *whey protein isolate*.

4.1. Rendemen

Keseluruhan *output* atau hasil yang didapat dari suatu proses produksi disebut sebagai rendemen. Dalam penelitian ini, rendemen yang dimaksud yaitu kristal atau serbuk yang dihasilkan dari proses kristalisasi larutan gula, ekstrak sambiloto, dan *whey protein*. Rendemen dapat dihitung dengan persentase massa produk yang dihasilkan dari jumlah atau total *input* yang digunakan dalam proses produksi. Apabila semakin tinggi persentase rendemen yang dihasilkan, maka proses produksi yang dilakukan semakin efisien karena tidak banyak produk yang terbuang dari proses produksi. Grafik hubungan antara rendemen dan penambahan *whey protein* dapat dilihat pada Gambar 3.4. Berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan *whey protein* berbanding terbalik dengan persentase rendemen yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh banyaknya *whey protein* yang menempel pada alat kristalisator sehingga hasil yang didapat lebih sedikit. *Whey protein* yang menempel pada alat kristalisator disebabkan oleh penggumpalan protein yang pemanasan. Protein yang terkena panas akan mengalami koagulasi. Semakin tinggi suhu yang digunakan maka akan semakin tinggi pula resiko protein yang akan mengendap (Naga *et al.*, 2017). Pada suhu di atas 50°C, protein akan terkoagulasi (Naga *et al.*, 2017).

Hasil rendemen pada kontrol atau pada sampel tanpa penambahan *whey protein* memiliki persentase rendemen tertinggi. Dalam perlakuan kontrol, bahan yang digunakan hanya larutan gula dan ekstrak sambiloto. Rendemen minuman serbuk akan meningkat seiring dengan penambahan gula pasir sebagai agen pengkristal (Haryanto, 2018). Hal ini dapat disebabkan oleh sifat dari gula yang dapat berperan sebagai bahan pengisi yang artinya dapat digunakan untuk mengkristalkan suatu bahan pangan dan akan membuat total padatan meningkat sehingga akan menghasilkan rendemen yang lebih besar (Kim *et al.*, 2011).

Dalam penelitian ini, rendemen diukur setelah dilakukan proses pengeringan pada serbuk. Rendemen yang dihasilkan juga dapat dipengaruhi oleh kecepatan agitasi atau kecepatan pengadukan yang digunakan. Hal ini disebutkan dalam penelitian Widyanto & Nugroho (2010) yang ada pada Khairunisa *et al.* (2019) bahwa apabila kecepatan agitasi yang digunakan tinggi maka persentase rendemen yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Peningkatan rendemen seiring dengan kecepatan pengadukan yang dilakukan berkaitan dengan karakteristik dan ukuran serbuk yang dihasilkan karena pengadukan akan menyebabkan ukuran kristal menjadi lebih homogen (Mullin, 2001).

4.2. Waktu Kristalisasi

Dalam penelitian ini waktu kristalisasi dihitung menggunakan bantuan *stopwatch*, waktu yang diukur adalah waktu yang diperlukan dalam suatu proses kristalisasi dari larutan bahan yang digunakan hingga membentuk kristal. Pengukuran waktu kristalisasi dimulai saat agitator dinyalakan hingga kristal terbentuk. Waktu kristalisasi akan dipengaruhi oleh kecepatan agitasi yang digunakan, dimana jika kecepatan agitasi yang digunakan semakin cepat maka waktu yang diperlukan dalam proses kristalisasi juga akan semakin singkat (Mullin, 2001). Pada Gambar 3.3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi *whey protein*, maka waktu kristalisasi yang diperlukan semakin lama. Hal ini disebabkan karena protein akan terkoagulasi saat terkena panas (Naga *et al.*, 2017) dan *whey protein* yang menggumpal di alat kristalisator akan semakin banyak seiring dengan penambahan konsentrasi *whey protein*. Apabila *whey protein* mengendap dan menggumpal maka pengadukan harus dihentikan. *Whey protein* yang mengendap harus dikeruk agar tidak menempel pada alat kristalisator. Selain itu, *whey protein* yang menggumpal akan membentuk kristal yang lebih besar sehingga pengadukan harus dilakukan lebih lama untuk membuat kristal yang dihasilkan menjadi lebih kecil. Hal-hal tersebut yang menyebabkan waktu kristalisasi akan semakin lama apabila *whey protein* yang ditambahkan semakin banyak. Sedangkan untuk sampel kontrol, waktu kristalisasi yang diperlukan lebih singkat. Hal ini karena hanya larutan gula dan ekstrak sambiloto yang digunakan sebagai bahan.

4.3. Kadar Air

Kadar air dalam suatu bahan biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase. Suatu bahan pangan tentunya memiliki batas maksimal kandungan kadar air. Berdasarkan SNI mengenai minuman serbuk tradisional (SNI. 01-4320-1996), kadar air maksimal yang terkandung dalam minuman serbuk adalah 3%. Kadar air menjadi salah satu parameter utama dalam menentukan kualitas dari produk kering, salah satunya adalah umur simpan. Kadar air berkaitan dengan faktor penyimpanan dan kelembaban. Kadar air yang rendah dapat meminimalisir kerusakan biologis karena dapat mencegah pertumbuhan baik bakteri maupun jamur sehingga memperpanjang umur simpan dari produk tersebut (Purnomo *et al.*, 2014). Pada Gambar 3.5 dapat dilihat bahwa kadar air pada semua perlakuan tidak mencapai 3%. Hal ini menunjukkan bahwa minuman serbuk yang dihasilkan sudah sesuai dengan SNI. Kadar air yang terkandung dalam produk juga dipengaruhi oleh kecepatan agitasi. Pada perlakuan kontrol, pengadukan yang dilakukan tidak berhenti sehingga menyebabkan panas dapat menyebar merata dan membuat kadar air pada produk menurun (Mursalin *et al.*, 2019).

Pada perlakuan yang ditambahkan *whey protein* proses pengadukan berhenti beberapa saat untuk melakukan pengerukan pada *whey protein* yang menggumpal. Hal ini menyebabkan panas yang diberikan tidak tersebar merata sehingga kadar air pada produk akhir lebih tinggi. Selain itu, faktor lain yang dapat mempengaruhi kadar air produk adalah penyerapan uap air dari lingkungan oleh sampel. Sebelum dimasukkan ke dalam wadah, serbuk kering akan menyerap uap air dari lingkungan sekitar dan dapat meningkatkan kadar air. Pada dasarnya, minuman serbuk memiliki sifat higroskopis yang dapat menyerap uap air dari lingkungan. Pada perlakuan kontrol, uap air hanya akan diserap dari bahan gula, sedangkan pada perlakuan penambahan *whey protein* uap air akan diserap dari bahan gula dan *whey protein*. Hal ini menyebabkan penambahan *whey protein* memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. *Whey protein* yang digunakan dapat mengikat air akibat adanya protein (Santoso *et al.*, 2020).

4.4. Kadar Abu

Kadar abu dari suatu produk dapat dipengaruhi oleh mineral yang terkandung di dalam bahan pangan. Tujuan dari analisa kadar abu adalah untuk memberikan gambaran kandungan mineral internal dan eksternal yang berasal dari proses awal sampai terbentuknya ekstrak. Selain itu penetapan kadar abu juga dimaksudkan untuk mengontrol jumlah pencemar benda-benda organik seperti tanah, pasir, dan lain-lain (Azizah & Salamah, 2013). Kadar abu dapat diukur menggunakan pengabuan langsung dengan pemanasan pada suhu sangat tinggi dan juga adanya oksigen sebagai oksidator. Dalam proses pengabuan, bahan-bahan organik yang ada pada bahan akan terbakar dan menyisakan sisa atau residu dari zat anorganik atau mineral. Kadar abu disampaikan dalam bentuk persentase dengan menghitung massa residu pengabuan pada suhu yang sangat tinggi (550°C) (Meldayanoor *et al.*, 2019). Menurut SNI. 01-4320-1996, kadar abu maksimal dari minuman serbuk tradisional adalah 1,5%. Dalam penelitian ini, semua perlakuan baik kontrol maupun dengan penambahan *whey protein* sudah sesuai standar SNI seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.6.

Sama halnya dengan kadar air, kadar abu juga dapat dipengaruhi oleh kecepatan agitasi. Pengadukan yang dilakukan dengan kecepatan yang tepat dan intensif dapat menyebabkan panas yang diberikan dapat menyebar dengan merata (Mursalin *et al.*, 2019). Hal ini membuat bahan akan menyerap panas lebih merata sehingga kadar abu yang dihasilkan akan semakin rendah. Selain itu, kandungan yang terdapat dalam gula dan *whey protein* didominasi oleh senyawa organik seperti karbohidrat, protein, lemak, dan senyawa organik

lainnya yang akan terbakar dalam proses pengabuan. Oleh karena itu, kadar abu yang dihasilkan cenderung rendah.

4.5. Waktu Larut

Dalam penelitian ini, pengukuran waktu larut dilakukan menggunakan air dengan suhu 50°C. Waktu yang dibutuhkan sampai semua produk benar-benar larut dalam air yang disebut sebagai waktu larut. Waktu larut suatu produk berkaitan juga dengan kecepatan agitasi. Semakin tinggi kecepatan agitasi yang digunakan saat kristalisasi menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk melarutkan serbuk semakin singkat. Sama halnya dengan kadar air dan kadar abu, kecepatan agitasi yang digunakan akan berkaitan dengan kerataan. Pengadukan yang konstan dan intensif akan menyebarkan panas yang merata (Mursalin *et al.*, 2019). Kadar air juga berkaitan dengan waktu larut dari produk. Di mana semakin tinggi kadar air, maka akan semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melarutkan produk (Permata & Sayuti, 2016). Kadar air yang tinggi akan menyebabkan pembentukan ikatan dan menyebabkan penggumpalan sehingga akan menambah durasi yang dibutuhkan untuk memecah ikatan antar partikel pada serbuk. Kandungan air pada serbuk akan menghambat proses rekonstitusi yang akan menyebabkan serbuk menggumpal saat ditambahkan air.

Pada Gambar 3.7 perlakuan kontrol memiliki waktu larut yang singkat sedangkan penambahan konsentrasi *whey protein* akan menambah waktu larut serbuk. Hal ini sesuai dengan teori Hatasura (2004) dalam Permata dan Sayuti (2016) bahwa kadar air yang rendah akan membuat waktu larut semakin singkat. Kadar air yang dimiliki oleh perlakuan kontrol paling rendah dibandingkan dengan penambahan *whey protein*. Selain itu, gula juga memiliki daya larut yang baik terhadap air (Haryanto, 2018), maka perlakuan yang tidak ditambahkan *whey protein* akan mudah larut dalam air.

4.6. Wettability

Wettability merupakan kemampuan minuman serbuk dapat tenggelam secara keseluruhan di dalam air. Proses ini biasanya digambarkan karena adanya penetrasi dinamis dari cairan atau air ke dalam pori-pori produk atau serbuk dengan adanya gaya kapiler (Depalo & Santomaso, 2013). Pada minuman serbuk, kemampuan pembasahan atau *wettability* merupakan properti yang penting karena akan menjadi syarat dalam proses rehidrasi selanjutnya (Richard *et al.*, 2013).

Pada Gambar 3.8 dapat dilihat bahwa waktu pembasahan yang dibutuhkan pada perlakuan kontrol lebih cepat dibandingkan perlakuan yang ditambahkan *whey protein*. Hal ini sesuai dengan teori Gaiani *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa *whey protein isolate* memiliki kemampuan pembasahan yang buruk, rentan membentuk gumpalan, dan akan mengapung di permukaan air. Suatu studi yang dilakukan oleh Ji *et al.* pada tahun 2016 mengatakan bahwa *whey protein* yang dituang ke dalam air akan membentuk gumpalan dan mengapung. Hal ini dapat terjadi akibat adanya lapisan kedap agar-agar (*gelatinous impermeable layer*) yang terbentuk antara padatan dan larutan saat serbuk *whey protein* bersentuhan dengan air. Oleh karena itu, air akan sulit menembus penghalang dan masuk ke dalam matriks bahan atau serbuk.

4.7. Derajat Keasaman (pH)

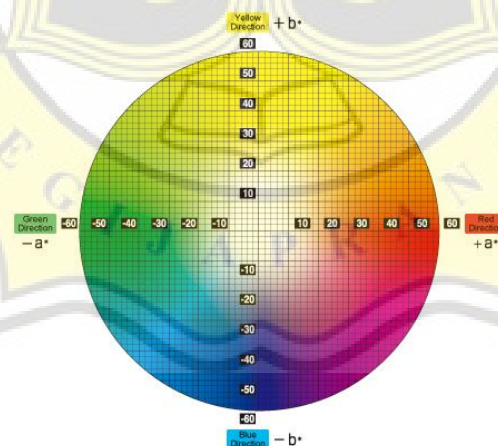
Nilai dari derajat keasaman atau pH digunakan untuk menunjukkan adanya suatu alkalinitas atau keasaman dari suatu produk yang dapat mempengaruhi lingkungan maupun produk itu sendiri. Derajat keasaman ditentukan dari konsentrasi ion hidrogen dalam suatu produk bahan pangan. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut pH meter. Derajat keasaman dari suatu bahan pangan harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi kualitas dari produk secara kimiawi. Oleh karena itu, derajat keasaman dari suatu produk biasanya digunakan sebagai indikator dalam menentukan pertumbuhan mikroorganisme pada produk selama penyimpanan. Selain itu, menurut Desnita *et al.* (2019), pada saat ingin melakukan kristalisasi, bahan yang digunakan tidak boleh mempunyai pH terlalu rendah karena dapat menyebabkan reaksi inversi yaitu perubahan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa dan akan menyebabkan karamelisasi. Teori lain menurut Trisnawati & Srianta (2015) menyebutkan bahwa pH optimum untuk menghasilkan serbuk yang baik dalam proses kristalisasi adalah 6.7-6.8 karena apabila larutan atau bahan yang digunakan memiliki pH yang rendah pada saat kristalisasi sukrosa tidak terbentuk dan akan menghasilkan larutan atau produk yang lengket atau liat. Oleh karena itu, produk dengan pH dibawah 6.7 seperti pada perlakuan dua dan tiga yang menggunakan *whey* 50 dan 75% menjadi sedikit lengket dan liat. Namun perbedaan nilai pH yang didapat tidak memberikan perbedaan secara signifikan terhadap rasa dan aroma dari minuman serbuk.

Pada Gambar 3.1. tertera bahwa nilai pH tertinggi didapatkan oleh perlakuan kontrol dengan rata-rata 8,1. pH yang didapat dalam perlakuan kontrol menunjukkan bahwa minuman serbuk bersifat basa. Hal ini disebabkan oleh gula yang digunakan sebagai bahan pada penelitian ini

memiliki pH netral yaitu 7 sehingga dapat menyebabkan minuman serbuk yang dihasilkan memiliki pH yang lebih tinggi. Minuman serbuk dengan penambahan *whey protein* memiliki pH yang lebih rendah yaitu kisaran 5-6. Hasil yang didapat sesuai dengan teori yang Sullivan *et al.* (2009) yang mengatakan bahwa *whey protein* memiliki pH yang cukup asam. Derajat keasaman atau pH dari *whey protein* isolate adalah 5.0 (Phillips *et al.*, 1990). Hal ini juga disebabkan oleh beberapa jenis asam amino yang terkandung dalam *whey protein* sehingga pH minuman serbuk yang didapat akan lebih rendah dibandingkan kontrol. Namun, dengan pH yang didapat, masih dimungkinkan tumbuhnya mikroorganisme seperti bakteri. Hal ini dikarenakan bakteri dapat tumbuh pada pH antara 6-8 (Asiah *et al.*, 2018). Oleh karena itu, pengemasan yang baik sangat penting dalam menjaga agar bakteri tidak mudah tumbuh pada serbuk.

4.8. Intensitas Warna

Uji warna dilakukan dengan menggunakan alat *chromameter*. Hasil dari uji warna terdiri dari nilai L, a*, dan b*. Nilai L menunjukkan warna putih, abu-abu, dan hitam. Apabila nilai L semakin tinggi maka warna semakin putih. Nilai a* dan b* dibagi menjadi positif dan negatif. Nilai +a menunjukkan warna cenderung merah, sedangkan -a menunjukkan warna cenderung hijau. Nilai +b menunjukkan warna cenderung kuning, sedangkan -b menunjukkan warna cenderung biru (Purwarni & Muwakhidah, 2008).



Gambar 4. 1. Intensitas Warna

Whey protein merupakan produk yang diperoleh dari produksi keju (Kusio *et al.*, 2020) sehingga membuat warna whey menjadi sedikit kekuningan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang didapat seperti yang ada pada Gambar 3.10. pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa nilai b* semakin tinggi seiring dengan penambahan *whey protein* yang menunjukkan bahwa minuman serbuk semakin kekuningan. Nilai L yang diperoleh (Gambar 3.10.) juga

berbanding lurus dengan penambahan *whey protein* yang berarti dengan penambahan *whey protein*, warna dari minuman serbuk yang sudah dilarutkan dengan air lebih terang dibandingkan perlakuan kontrol. Namun, nilai L yang diperoleh dapat dikategorikan rendah yang berarti warna semakin gelap. Hal ini dapat disebabkan oleh perlakuan kontrol hanya campuran ekstrak sambiloto dan gula. Ekstrak sambiloto sendiri memiliki warna yang cukup gelap maka pada perlakuan kontrol menghasilkan warna yang cenderung lebih gelap dibandingkan perlakuan yang diberi *whey*. Warna dari *whey* cenderung putih sehingga produk yang dihasilkan memiliki warna yang lebih putih dibandingkan perlakuan kontrol. Nilai a^* paling tinggi didapat pada perlakuan kontrol (Gambar 3.10.) Hal ini disebabkan oleh gangguan cahaya sehingga menghasilkan nilai a^* yang menunjukkan warna minuman serbuk sedikit kemerahan. Namun nilai a^* yang didapat tidak terlalu tinggi sehingga tidak menimbulkan warna merah yang signifikan pada produk. Warna kemerahan yang terbaca oleh alat *chromameter* dapat disebabkan oleh cahaya-cahaya matahari yang ada dikarenakan proses pengujian sampel dilakukan dekat dengan jendela.

4.9. Bulk density

Bulk density atau densitas kamba dihitung dari perbandingan antara massa bahan dengan volume ruang wadah yang ditempatinya dan termasuk ruang kosong yang terdapat di antara serbuk-serbuk bahan (Andriani *et al.*, 2013). Terdapat faktor yang mempengaruhi nilai *bulk density* yaitu ukuran dan kadar air yang terkandung dalam bahan (Andriani *et al.*, 2013). Nilai kadar air bahan akan berbanding lurus dengan nilai *bulk density*. Hal ini dikarenakan apabila kadar air dari suatu bahan tinggi, maka akan menyebabkan bahan atau serbuk menjadi lebih berat walaupun dalam volume yang sama sehingga dapat meningkatkan nilai dari *bulk density*. Maka dalam hal ini, suhu juga akan berpengaruh pada nilai *bulk density* karena apabila suhu yang digunakan dalam kristalisasi atau mengeringkan serbuk semakin tinggi, maka akan membuat nilai kadar air serbuk lebih rendah dan nilai *bulk density* juga akan semakin rendah (Apriliyanti, 2010 dalam Andriani *et al.*, 2013).

Pada Gambar 3.9. dapat dilihat bahwa nilai *bulk density* yang didapat dari semua perlakuan tidak ada perbedaan yang signifikan. Nilai *bulk density* yang didapat berkisar antara 0,71-0,75. Hal ini juga sesuai dengan teori Apriliyanti (2010) yang ada dalam Andriani *et al.* (2013) bahwa kadar air rendah akan membuat nilai *bulk density* juga akan rendah. Selain itu, hasil yang didapat dari penelitian ini juga sudah sesuai dengan teori Wirakartakusumah (1992) dalam Andriani *et al.* (2013) bahwa nilai *bulk density* pada serbuk umumnya antara

0,3-0,8 g/ml.

4.10. Aktivitas Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang dapat memberikan perlindungan pada tubuh dengan menangkap radikal-radikal bebas yang ada pada tubuh (Haerani *et al.*, 2018). Senyawa antioksidan sangat penting bagi tubuh karena dapat menghambat resiko timbulnya berbagai penyakit degeneratif dan dapat meningkatkan sistem imunitas tubuh (Edam *et al.*, 2016). Radikal bebas yang ada dalam tubuh dapat menimbulkan penyakit seperti kardiovaskular dan kanker. Selain itu, radikal bebas juga dapat merusak sel-sel yang ada pada tubuh seperti karbohidrat, protein, dan asam nukleat. Antioksidan dapat dikatakan senyawa yang sensitif karena mudah rusak jika terpapar cahaya, suhu tinggi atau pemanasan, oksigen, dan pengeringan (Suryaningrum *et al.*, 2006 dalam Adi *et al.*, 2016). Semakin tinggi suhu yang digunakan dalam mengolah suatu bahan maka semakin rendah pula nilai antioksidan yang terkandung di dalamnya.

Nilai atau aktivitas antioksidan pada penelitian ini akan diukur dengan menggunakan metode 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH). Metode ini banyak digunakan dalam menentukan aktivitas antioksidan dari suatu produk karena sederhana, waktu yang diperlukan relatif cepat, tetapi tetap mempunyai sensitivitas yang tinggi (Setyowati & Damayanti, 2015). Prinsip kerja metode DPPH adalah dengan menghitung jumlah pengurangan konsentrasi pada larutan DPPH. Adanya senyawa antioksidan dapat mengubah warna larutan DPPH dari ungu menjadi kuning. Perubahan absorbansi akibat reaksi ini telah digunakan secara luas untuk menguji kemampuan beberapa molekul sebagai penangkap radikal bebas (Molyneux, 2004).

Hasil yang didapat dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2. Hasil untuk perlakuan kontrol mendapatkan hasil yang paling rendah. Peningkatan nilai antioksidan ini juga berbanding lurus seiring dengan peningkatan konsentrasi *whey protein* yang ditambahkan. Tanaman sambiloto memiliki kandungan antioksidan yang baik sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai produk yang dapat menambah antioksidan pada tubuh. Antioksidan pada tanaman sambiloto biasa ditemukan dalam bentuk flavonoid dan andrografolida (Rachmani *et al.*, 2018) dan dapat ditemukan pada semua bagian dari tanaman sambiloto terutama daun. Namun pada perlakuan kontrol, nilai antioksidan yang didapat tidak terlalu tinggi yang disebabkan oleh penggunaan ekstrak tanaman sambiloto yang tidak terlalu banyak.

Pada perlakuan yang menggunakan *whey protein* nilai antioksidan meningkat dengan cukup signifikan. Hal ini disebabkan oleh *whey protein* mengandung antioksidan yang sesuai dengan studi yang dinyatakan oleh Shoveller *et al.* (2005) bahwa dengan mengkonsumsi *whey protein* dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dalam tubuh seperti penurunan gula darah setelah makanan (Akhavan *et al.*, 2010), mencegah resiko kanker (Bounous *et al.*, 1991), meminimalisir munculnya penyakit yang berhubungan dengan pernapasan (Chen *et al.*, 2013), dan juga kemampuan fisik otot (Kanda *et al.*, 2013). Literatur juga menunjukkan bahwa laktoferin yang ada di dalam *whey protein* merupakan senyawa dengan kapasitas antioksidan yang kuat. Studi lain juga mengatakan bahwa penambahan *whey protein* ke dalam bahan pangan secara signifikan dapat meningkatkan sifat atau aktivitas antioksidan dari sampel yang diuji (Chiang & Chang, 2005). Selain itu, terdapat kemungkinan bahwa kandungan antioksidan pada ekstrak sambiloto terlindungi oleh *whey protein* yang berperan sebagai bahan penyalut, sehingga kadar aktivitas antioksidan pada ekstrak sambiloto tiap perlakuan bisa berbeda. Semakin lama proses pengeringan dan pemanasan yang diberikan akan menyebabkan penurunan pada kadar antioksidan (Hartiati *et al.*, 2009) karena dapat menyebabkan kerusakan pada antioksidan yang terkandung dalam *whey protein*. Proses mikroenkapsulasi yang dilakukan *whey protein* dapat melapisi bahan aktif yang ada pada tanaman sambiloto, sehingga *whey protein* berada pada lapisan paling luar.

Rata-rata nilai antioksidan pada perlakuan kontrol adalah 8,41% yang artinya perlakuan kontrol memiliki kandungan antioksidan yang rendah. Nilai antioksidan pada penambahan *whey protein* sebanyak 37,5 gram memiliki rata-rata sebesar 35,91% yang berarti memiliki nilai antioksidan sedang. Pada penambahan *whey protein* 75 dan 112,5 gram memiliki rata-rata diatas 50% yang menunjukkan bahwa kadar antioksidannya tinggi. Hal ini disebutkan oleh Wulandari (2011) dalam Saefudin *et al.* (2013) yang mengatakan bahwa bahan pangan yang memiliki persentase 50% memiliki antioksidan yang tinggi, 20-50% memiliki antioksidan sedang, dan kurang dari 20% dapat digolongkan rendah.