

## Characterization of CMC and Its Effect on Physical Stability and Shelf Life of *Psidium guajava*

Arya Avif Alviansyah, Annisa Zahra Ramadhan, Nisrina Azhaar Athaya, Suci Nuraiza, Silvi Permata Defisna, Ibnu Hibban Tasman, Mohammad Khotib

Juruan Analisis Kimia, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor. Kampus Gunung Gede, Jl. Padjajaran No. 15, Kota Bogor, 16128

### Info Artikel

Diterima : 11-06-2025

Disetujui : 13-07-2025

Dipublikasikan : 24-11-2025

### Keywords:

CMC, degradation kinetics, fruit juice, shelf life, vitamin C

### Abstrak

Jambu biji memiliki kandungan vitamin C yang tinggi sebagai antioksidan mudah mengalami kerusakan. Salah satu cara agar stabil dengan penstabil berupa hidrokoloid, yang umum digunakan adalah karboksimetil selulosa (Na CMC). Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh penambahan CMC terhadap minuman sari jambu biji dengan variasi suhu dan lama penyimpanan serta menentukan umur simpan. Metode meliputi karakterisasi CMC (kadar air, organoleptik dan viskositas, pH, kadar NaCl dan kemurniannya). Formulasi minuman sari jambu biji dibuat variasi konsentrasi CMC (organoleptik, viskositas, pH serta kadar vitamin C). Hasil terbaik (0,5% b/b) dilanjutkan dengan perlakuan suhu 26°C dan (16°C) serta pengamatan selama 25 hari. Hasil penelitian menunjukkan CMC memiliki kemurnian 98,54% dengan NaCl 1,46% serta hasil lainnya menunjukkan memenuhi persyaratan SNI/FAO. Pengujian penambahan CMC terbukti mampu menstabilkan minuman sari berdasarkan viskositas setiap perlakuan, namun berkurang tingkat kemasamannya pada suhu 16°C. Secara organoleptik, perlakuan suhu 26°C berubah warna dan bau pada hari ke-10 sedangkan pada suhu 16°C bertahan hingga hari ke-20. Kandungan vitamin C menunjukkan bahwa pada hari 10-15 perlakuan disimpan suhu 26°C berkurang hingga 0,1 mg/g sedangkan pada suhu 16°C stabil hingga hari ke-25. penentuan umur simpan menggunakan model matematika kinetika degradasi.

### Abstract

*Psidium guajava* has a high content of vitamin C as an antioxidant that is easily damaged. One way to make it stable with stabilizers in the form of hydrocolloids, which are commonly used is carboxymethyl cellulose (Na CMC). The study aims to determine the effect of CMC addition on guava juice drinks with variations in temperature and storage duration and determine the shelf life. Methods include characterization of CMC (water content, organoleptic and viscosity, pH, NaCl content and purity). Guava juice beverage formulation was made by varying CMC concentration (organoleptic, viscosity, pH and vitamin C content). The best result (0.5% w/b) was continued with temperature treatment of 26°C and 16°C, and observation for 25 days. The results showed that CMC had a purity of 98.54% with NaCl of 1.46% and other results showed that it met the SNI/FAO requirements. The test of CMC addition proved to be able to stabilize the juice based on the viscosity of each treatment, but reduced the level of acidity at 16°C. The 26°C treatment changed color and odor on day 10 while at 16°C it lasted until day 20. Vitamin C content showed that on days 10-15 the treatment stored at 26°C decreased to 0.1 mg/g while at 16°C it was stable until day 25. Determination of shelf life using a mathematical model of degradation kinetics.

## Pendahuluan

Buah jambu biji (*Psidium guajava* L.) memiliki kandungan vitamin C tinggi yang mencapai puncaknya menjelang matang serta memiliki aktivitas antioksidan, zat gizi potensial selain serat. Senyawa antioksidan mampu melindungi tubuh dari berbagai penyakit yang terkait keberadaan radikal bebas dan dapat meningkatkan kekebalan tubuh, menurunkan risiko penyakit degeneratif serta kardiovaskuler, seperti kanker, diabetes melitus, dan aterosklerosis. Konsumsi makanan yang mengandung antioksidan dapat menghambat munculnya penyakit degeneratif akibat penuaan dan meningkatkan status imunologis. Kecukupan asupan antioksidan secara optimal perlu untuk semua kelompok umur (Padang dan Maluku; 2017). Buah jambu biji sangat mudah mengalami kerusakan apabila tidak segera diolah. Upaya untuk mengurangi angka kerusakan, jambu biji dapat dimanfaatkan untuk olahan buah lainnya seperti sari, selai, jeli, dan dodol. Sering kali terjadi sari yang disimpan mengalami pengendapan (*clouding*) padahal pengendapan merupakan salah satu kriteria utama penurunan nilai visualisasi sari sehingga untuk mencegah pengendapan partikel koloid dari sari selama penyimpanan dibutuhkan penambahan penstabil berupa hidrokoloid kelompok heterogen polimer rantai panjang (polisakarida dan protein) yang dicirikan oleh sifat pembentukannya disperse kental dan atau gel ketika terdispersi dalam air dan banyak digunakan dalam formulasi makanan untuk meningkatkan kualitas atribut (Jiang; *et al.*; 2020).

Pada penelitian ini hidrokoloid yang digunakan adalah CMC. Pemilihan bahan penstabil CMC karena bahan tersebut cukup banyak tersedia di pasaran dan kerjanya efektif dibandingkan bahan penstabil yang lainnya, kelarutannya dalam air yang baik dan kekuatan lapisan gel yang terbentuk kuat (Jiang *et al.* 2020). Penambahan karboksimetil selulosa (CMC) sebagai penstabil pada sari dimaksudkan untuk membentuk suatu cairan dengan kekentalan yang stabil dan homogen tetapi tidak mengendap dalam waktu yang relatif lama (memperpanjang umur simpan), CMC diketahui lebih efektif daripada gum arab atau gelatin, agar-agar, karaginan, dan pati dalam mempertahankan mutu selama penyimpanan, apalagi pada saat musim panen jambu biji dimana surplus produksi dipasaran membuat harga jual buah menjadi lebih rendah dan dibutuhkan metode pengelolaan untuk memperpanjang daya simpan serta lebih mengembangkan daya guna. CMC banyak digunakan pada dunia industri makanan dan minuman dalam bentuk garamnya yaitu garam *Sodium Carboxymethyl Cellulose* (Na CMC) yang keadaan murninya disebut gum selulosa. Pengaruhnya pada bahan makanan antara lain untuk pengikat air, pembentuk gel, mendapatkan tekstur yang baik dan mencegah terjadinya retrogradasi. Selama proses pengolahan dan penyimpanan agar tidak terjadi perubahan, usahakan atau pencegahan yang dilakukan harus secara maksimal (Firdaus dan Azara; 2020).

## Metode

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah gelas piala, labu takar, pipet tetes, pipet Mohr, *bulb*, sudip, batang pengaduk, blender, viskometer *brookfield*, pH meter, gelas penyimpan, *hotplate*, oven, erlenmeyer, buret, statif dan klem, dan spektrofotometer UV-Vis. Adapun bahan yang digunakan adalah CMC, buah jambu biji, akuades,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  5%, padatan  $\text{MgO}$ , padatan vitamin C,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5%, dan ammonium molibdat 5%.

## Prosedur

### Uji Organoleptik CMC dan Minuman Sari jambu biji biji (SNI 06-3726-1995)

Pengujian organoleptic meliputi tekstur, warna dan bau. Penentuan kadar air dilakukan dengan menimbang 2,5 gram CMC ke dalam cawan porselen yang telah diketahui bobot cawan kosongnya. Kemudian dipanaskan menggunakan oven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 1 jam 30 menit. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang berat akhirnya. Pengujian viscometer dilakukan dengan 2,5 gram CMC dilarutkan dalam 250 mL akuades dan dipanaskan hingga larut. Selanjutnya diukur menggunakan viscometer *Brookfield* dengan spindler nomor 2 dan kecepatan 60 rpm. Sebanyak 1 gram CMC lalu dilarutkan dalam 100 mL akuades dan dipanaskan hingga larut diukur pH menggunakan pH meter yang telah terkalibrasi.

### Penentuan kadar NaCl dan Kemurnian CMC (SNI 06-6989.19-2004)

Sebanyak 1 gram berat kering CMC dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian diencerkan dengan 200 mL akuades. Larutan diaduk hingga homogen sambil dipanaskan diatas *hotplate* dengan suhu  $70^\circ\text{C}$ . Setelah itu, larutan ditambahkan 1 mL larutan indikator  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  5% dan seujung sudip lalu dititrisasi dengan larutan baku  $\text{AgNO}_3$  0,1 N sampai titik akhir titrasi yang ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna merah kecoklatan dari  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Volume  $\text{AgNO}_3$  yang digunakan dicatat. Titrasi blanko dilakukan terhadap 200 mL akuades. Titrasi dilakukan triplo.

Kemurnian CMC dihitung dengan cara berikut: Kemurnian =  $100\% - \% \text{NaCl}$

**Pembuatan minuman sari jambu biji dan penentuan konsentrasi optimum penambahan CMC****Tabel 1.** Formulasi minuman sari dengan variasi CMC

Bahan	Jumlah Bahan				
	F0	F1	F2	F3	F4
Jambu biji biji (g)	40	40	40	40	40
Air mineral (mL)	240	240	240	240	240
CMC (%b/v)	0,00	0,05	0,50	1,00	1,50

Setiap formulasi dilakukan dua ulangan untuk melakukan pengamatan dengan parameter organoleptik, pH dan viskositas.

**Penentuan kadar vitamin C pada minuman sari jambu biji biji (Juwita, *et al.*; 2020)**

Penentuan pengaruh CMC terhadap kadar vitamin C pada minuman sari dilakukan dengan metode spektrofotometri. Pembuatan deret standar vitamin C diawali dengan membuat larutan stok vitamin C dengan konsentrasi 1000 ppm dalam labu takar 250 mL. Kemudian, larutan stok tersebut diencerkan menjadi konsentrasi 0; 10; 50; 100; 250; dan 500 ppm pada labu takar 25 mL. Masing-masing deret standar ditambahkan dengan 4 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5% dan ditera dengan 62rganic62 molibdat 5%, lalu diukur pada 62rganic gelombang 625 nm.

Sampel minuman sari jambu biji, baik yang disimpan pada suhu 16°C maupun suhu 26°C, ditentukan kandungan vitamin C-nya dengan menambahkan 2 mL sampel ke dalam labu takar 10 mL, kemudian ditambahkan dengan 4 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5% dan ditera dengan 62rganic62 molibdat 5%, lalu diukur pada 62rganic gelombang 625 nm. Kadar vitamin C pada sampel diukur setiap selang waktu 5 hari untuk kemudian digunakan pada penentuan umur simpan.

**Hasil dan Pembahasan****Karakterisasi CMC sebagai bahan baku**

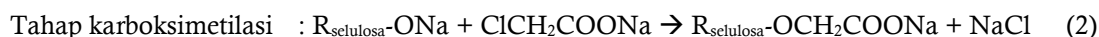
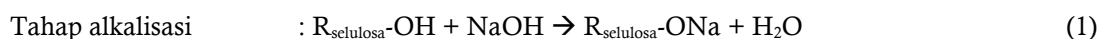
Karakterisasi CMC dilakukan sebagai evaluasi awal dan membuktikan bahwa bahan yang digunakan berkualitas baik dan dapat digunakan. Karakterisasi pertama dengan uji organoleptik menggunakan indra manusia (Salimi, *et al.*; 2021). Hasil uji menunjukkan bahwa CMC berwarna putih dan tidak berbau, sukar larut dalam air dingin namun larut dalam suhu 70°C. Pengujian kadar air dari CMC berpengaruh terhadap sifat alir dan daya simpan CMC. CMC bersifat higroskopis sehingga mudah menyerap air dari udara. Jumlah air yang dapat diabsorpsi tergantung pada kadar air CMC, kelembaban relatif, suhu, dan derajat substitusi (Silsila, *et al.*; 2018). Berdasarkan hasil percobaan kadar air yang didapat sebesar 9,2% jika diacu dengan baku mutu standar FAO yaitu ≤12 maka CMC yang digunakan sudah masuk standar.

Pada umumnya, CMC memiliki viskositas yang tinggi dalam larutan air. Hal ini membuatnya bermanfaat sebagai pengental, pengikat, dan pengendali aliran dalam berbagai aplikasi. Viskositas CMC bergantung pada beberapa faktor, termasuk konsentrasi, berat molekul, dan suhu. Semakin tinggi konsentrasi CMC, semakin tinggi viskositasnya. Ini dikarenakan meningkatnya interaksi antara rantai polimer, yang menyebabkan lebih banyak gaya gesekan dan penghalang aliran. Selain itu, semakin besar berat molekul CMC, semakin tinggi viskositasnya. Selain itu, viskositas CMC juga dapat dipengaruhi oleh suhu. Pada umumnya, viskositas CMC akan menurun dengan meningkatnya suhu. Hal ini dikarenakan meningkatnya energi termal yang mengakibatkan penurunan interaksi antara rantai polimer, sehingga aliran menjadi lebih lancar (Qi dan Zhang; 2020). Viskositas diukur menggunakan viskometer Brookfield dengan ukuran nomor spindle 2 didapatkan rata-rata pengukuran sebesar 136,2 cP. Hasil tersebut sesuai dengan SNI, nilai viskositas yang ditetapkan untuk produk CMC adalah >26 cP (Triasswari, *et al.*; 2022).

*Carboxymethyl cellulose* (CMC) adalah polimer anionik yang rentan terhadap perubahan pH. Perubahan pH dapat mempengaruhi berbagai sifat fisikokimia CMC, termasuk kelarutan, viskositas, muatan permukaan, dan kemampuan membentuk hidrogel. Kelarutan CMC sangat dipengaruhi oleh pH larutan. Pada pH rendah (asam), CMC memiliki kelarutan yang rendah. Namun, Ketika pH meningkat, terjadi peningkatan kelarutan CMC. Hal ini disebabkan oleh ionisasi gugus karboksil pada rantai polimer CMC. Pada pH tinggi (basa), gugus karboksil terdeprotonasi, sehingga meningkatkan kelarutan CMC dalam air. Perubahan pH juga dapat mempengaruhi viskositas larutan CMC. Pada pH rendah, ikatan hidrogen antara rantai polimer CMC menjadi lebih kuat, sehingga meningkatkan viskositas. Sebaliknya, pada pH tinggi, ikatan hidrogen menjadi lebih lemah, sehingga viskositas larutan CMC menurun. Perubahan viskositas ini dapat berdampak pada sifat alir larutan CMC, yang relevan dalam berbagai aplikasi, seperti 62rganic62 makanan, farmasi, dan kosmetik (Mohanty, *et al.*; 2012). Hasil pengukuran pH CMC dalam percobaan yang dilakukan menggunakan pH meter memperoleh pH sebesar 7,5. Nilai pH yang dicantumkan oleh SNI pada

CMC mutu I berada pada kisaran pH 6-8. Hal ini menunjukkan bahwa CMC yang digunakan pada percobaan sudah memenuhi syarat.

Uji tingkat kemurnian CMC bertujuan untuk mengetahui tingkat kemurnian CMC dari produk samping berupa NaCl dan Na-glikolat, yang mana juga akan menentukan kualitas dan karakteristik dari CMC tersebut. Kemurnian dari CMC dipengaruhi oleh banyaknya produk samping yang dihasilkan dari proses sintesis CMC. Proses sintesis CMC meliputi dua tahap utama, yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi. Kedua tahap ini dapat berlangsung dalam bentuk padatan atau dalam suatu media lain berupa air atau pelarut organik. Alkalisasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH yang bertujuan untuk mengaktifkan gugus-gugus -OH pada molekul selulosa dan mengembangkan selulosa. Pengembangan selulosa ini dapat memudahkan difusi reagen untuk proses selanjutnya, yaitu karboksimetilasi.



**Gambar 1.** Reaksi sintesis CMC

Berdasarkan percobaan, kadar NaCl rerata yang didapatkan adalah sebesar 1,46%. Kadar NaCl ini sangat mempengaruhi kemurnian CMC. Pada percobaan ini, perhitungan kemurnian CMC dilakukan dengan mengurangnya oleh kadar NaCl tanpa dikurangi kadar natrium glikolat. Hasil percobaan menunjukkan bahwa rerata kemurnian CMC yang didapat ialah 98,54%. Nilai ini tidak memenuhi standar SNI 06-3726-1995 maupun FAO untuk digunakan dalam industri pangan.

Kemurnian dari CMC dipengaruhi oleh banyaknya produk samping, berupa natrium glikolat dan natrium klorida yang dihasilkan pada proses sintesis. Semakin sedikit produk samping yang dihasilkan maka semakin tinggi kemurnian CMC yang dihasilkan. Menurut Salimi, *et al.*; (2021), konsentrasi NaOH yang digunakan pada sistem dan media reaksi berpengaruh terhadap kemurnian CMC. Konsentrasi NaOH yang tinggi menyebabkan CMC yang terbentuk terdegradasi oleh NaOH yang berlebihan. Di samping itu, kelebihan NaOH juga akan bereaksi dengan NaMCA membentuk natrium glikolat dan natrium klorida sebagai produk samping yang membuat pembentukan CMC berkurang. Selain itu, umumnya semakin lama waktu reaksi sintesis, maka kemurnian CMC juga semakin turun. Hal ini karena semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak natrium klorida dan natrium glikolat yang terbentuk. Adapun, kemurnian CMC komersial yang masih rendah juga dapat disebabkan oleh teknik pemurnian yang masih sederhana, sehingga diperlukan teknik pemurnian yang lebih baik (Silsia, *et al.*; 2018).

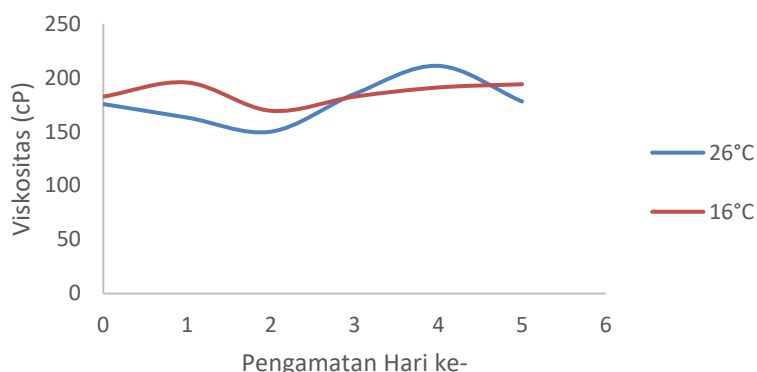
### Penentuan konsentrasi optimum

Penambahan CMC dengan variasi konsentrasi pada minuman sari jambu biji dilakukan untuk mengetahui konsentrasi optimum CMC yang ditinjau dari parameter mutu organoleptik aroma dan kenampakan visual, pH, serta viskositas. Hasil yang diperoleh adalah F2 dengan konsentrasi 0,5% ditetapkan sebagai formulasi dengan konsentrasi CMC terbaik karena menghasilkan warna dan bau yang tidak mencolok, pH dan viskositas yang cukup stabil serta distribusi komponen yang cukup merata secara visualisasi. Aspek organoleptik ditinjau mulai dari segi aroma dimana selama masa penyimpanan, dikatakan tidak terjadi penguapan yang menyebabkan penurunan komponen aroma (seperti hidrokarbon dan karbonil yang cenderung volatile), sedangkan dari segi warna berhubungan dengan pengaruh pemberian CMC yang terlalu banyak menyebabkan banyak komponen terendapkan dan membuat warna keruh, lalu dari segi rasa berhubungan dengan banyaknya sari yang mengendap karena tidak terdapat kestabilan bahan sehingga terjadi oksidasi besar yang menghasilkan distribusi rasa asam manis tidak setimbang dan tidak diminati. (Firdaus dan Azara; 2020).

Konsentrasi yang berbeda memberikan perbedaan pengaruh yang nyata terhadap pH minuman sari jambu biji. Semakin bertambah konsentrasi CMC sebagai bahan penstabil akan menyebabkan larutan dalam minuman menjadi asam. Perubahan pH yang cenderung menurun seiring dengan meningkatnya penambahan bahan penstabil pada setiap perlakuan disebabkan CMC memiliki pH sekitar 3,5-6,5 campuran yang tidak stabil dari CMC berhubungan dengan kandungan nitrogennya sehingga pH minuman menurun. Rata-rata nilai pH pada berbagai perlakuan menunjukkan bahwa adanya penambahan CMC pada pembuatan minuman mengakibatkan semakin menurunkan nilai rata-rata pH pada minuman sari jambu biji mulai dari perlakuan F0, F1, F2, F3 dan F4. CMC memiliki berat molekul tinggi, struktur molekulnya kompleks, sehingga sifatnya lebih higroskopis dan kompleks, maka akibatnya air pada bahan lebih banyak yang tertahan dan sulit diuapkan. Nilai rata-rata pH minuman sari jambu biji yang didapat adalah 4,0-5,2. Pernyataan tersebut sesuai dengan standar pH baku untuk minuman sirup yaitu berkisar 4-7 (SNI 01-

3719-1995), namun pH yang hampir mendekati netral mengakibatkan daya tahan minuman semakin rendah pada pembuatan minuman ini (Padang dan Maluku; 2017).

### Pengaruh CMC terhadap kestabilan minuman sari variasi suhu dan lama penyimpanan



**Gambar 2.** Kurva pengaruh CMC terhadap viskositas

Berdasarkan hasil percobaan dengan pengamatan selama lima hari viskositas cenderung bertambah dan peningkatan viskositas selama lima hari lebih stabil pada suhu 16°C. Secara umum, viskositas yang diperoleh pada CMC sudah memenuhi SNI. Menurut SNI 06-4558-1998 baku mutu viskositas larutan CMC antara 100-200 cP. Peningkatan viskositas ini dapat disebabkan oleh interaksi CMC dengan bahan lain yang dapat mempengaruhi peningkatan viskositas. Penurunan dan kenaikan yang tidak stabil pada suhu 26°C salah satunya disebabkan aktivitas mikroorganisme yang dapat memecah CMC atau menghasilkan senyawa yang mempengaruhi viskositas. Viskositas pada suhu 16°C stabil karena pertumbuhan mikroorganisme pada suhu rendah dapat terhambat. Nilai viskositas CMC tergantung pada kemampuan CMC untuk mengikat air. Gugus-gugus yang sudah tersubstitusi dengan gugus metil maka CMC akan lebih reaktif terhadap air sehingga CMC akan terdispersi ke dalam air, kemudian yang bersifat hidrofilik akan menyerap air dan terjadi pembengkakan. Air yang sebelumnya bebas bergerak, tidak dapat bergerak lagi dengan bebas sehingga keadaan larutan lebih baik dan terjadi peningkatan viskositas (Masrullita, *et al.*; 2021).

Derajat keasaman atau (pH) digunakan untuk menentukan derajat keasaman atau basa yang terkandung pada larutan, benda ataupun zat. Nilai pH pada sari jambu biji meningkat selama masa penyimpanan dan pada kedua variasi suhu, hal ini dikarenakan CMC mengandung hidrokoloid mempunyai banyak gugus karboksil yang terhidrolisis maka pH bahan meningkat, semakin tinggi konsentrasi CMC pada tiap perlakuan yang diberikan, maka akan meningkatkan gugus karboksil yang terhidrolisis maka nilai pH semakin tinggi. Peningkatan jumlah konsentrasi CMC berpengaruh nyata pada nilai pH serta viskositas sari jambu biji pada suhu 26°C sekitar 4,0 – 4,1 dan pada suhu rendah sekitar 4,0 – 4,6. Standar pH baku untuk minuman yaitu 4-7 pada baku mutu SNI 01- 3719-1995. Natrium Karboksimetil selulosa (Na-CMC) yang baik memiliki rentang pH sebesar 6,0 – 8,5 serta stabil pada rentang pH 2 – 10, dan dapat larut dalam air (Latukau *et al.* 2022).



**Gambar 3.** Kurva pengaruh CMC terhadap pH

Pengujian selanjutnya adalah organoleptik dilakukan berdasarkan penilaian anggota kelompok secara subjektif dengan melihat perubahan fisik yang terjadi pada sari jambu biji setelah 25 hari. Penilaian pada setiap aspek di atas biasanya diberikan skor atau nilai oleh panelis.

**Tabel 1** Hasil organoleptik minuman sari jambu biji variasi suhu dan lama penyimpanan

Waktu	Warna		Bau		Tekstur		Fase	
	26°C	16°C	26°C	16°C	26°C	16°C	26°C	16°C
0	++	++	++	++	++	++	2	2
5	++	++	+	++	++	+	2	2
10	+	++	-	++	++	+	1	1
15	+	++	-	++	++	+	1	1
20	-	++	--	+	+	-	1	1
25	-	++	--	+	+	-	1	1
Keterangan warna:			Keterangan bau:			Keterangan tekstur:		
(++) : Merah muda			(++) : Sangat menyengat jambu biji			(++) : sangat kental		
(+) : Merah muda kecoklatan			(+) : Menyengat jambu biji			(+) : Kental		
(-) : Kecoklatan			(-) : Menyengat busuk			(-) : Agak Cair		
			(--): Sangat menyengat busuk					

CMC pada suhu 26°C yang lebih tinggi dapat menjadi kurang stabil dan dapat terurai menjadi asam selulosa akibat reaksi kimia dan biokimia dalam minuman terjadi lebih cepat yang mempengaruhi warna dan rasa minuman, saat suhu 16°C yang lebih rendah, CMC lebih stabil dan dapat membantu menjaga stabilitas tekstur dan rasa minuman. Suhu 16°C juga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat mempertahankan kualitas minuman sari jambu biji. Perubahan warna yang terjadi selama penyimpanan salah satunya dikarenakan ada Reaksi Maillard yaitu reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi karena adanya reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amin bebas dari asam amino atau protein (Mukmina, *et al.*; 2019). Penambahan CMC pada dasarnya tidak menyebabkan perubahan bau pada minuman tersebut. CMC adalah bahan tambahan makanan yang tidak memiliki bau atau rasa yang khas, dan biasanya digunakan untuk memperbaiki tekstur dan stabilitas minuman. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi bau minuman adalah pertumbuhan mikroorganisme, seperti bakteri atau jamur, yang dapat terjadi pada minuman yang tidak disimpan dengan benar. Pada suhu 26°C, mikroorganisme dapat tumbuh lebih cepat dibandingkan suhu 16°C yang lebih rendah.

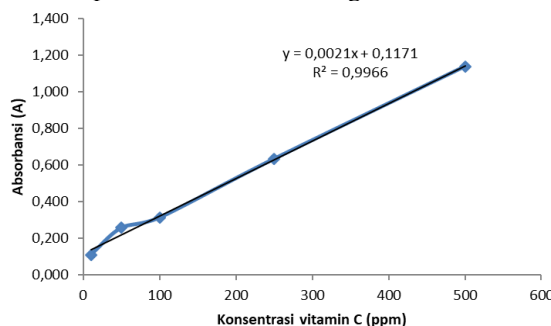
Hasil pengamatan uji tekstur beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekentalan sari jambu biji dengan penambahan CMC pada suhu 16°C dan suhu 26°C. Pertama, suhu 16°C yang lebih rendah dapat membuat molekul air dalam minuman lebih rapat dan membentuk kristal es sehingga sari jambu biji dengan penambahan CMC pada suhu 16°C mungkin tampak lebih kental karena partikel-partikel es yang terbentuk memberikan kesan padat. Namun, kekentalan sari jambu biji dengan CMC pada suhu 16°C akan cenderung mencair saat suhunya dinaikkan atau pada saat sari jambu biji diaduk. Kedua, suhu 26°C yang lebih tinggi dapat membuat CMC menjadi kurang stabil, sehingga kekentalan sari jambu biji pada suhu 26°C mungkin lebih lambat untuk mencair karena CMC masih tetap stabil dan mempertahankan tekstur sari jambu biji. Namun, jika suhu terlalu tinggi atau sari jambu biji disimpan terlalu lama pada suhu 26°C, CMC dapat mengalami degradasi dan kekentalan sari jambu biji dapat berkurang secara signifikan. Hal ini terjadi karena CMC adalah senyawa yang termasuk ke dalam kelas surfaktan. Surfaktan adalah senyawa yang memiliki sifat polar dan nonpolar sehingga dapat membentuk dua fase yang berbeda di dalam campuran (Danil, *et al.*; 2021).

CMC akan membentuk lapisan tipis di sekitar butir-butir sari jambu biji yang memungkinkan butir-butir tersebut tersebar secara merata di dalam cairan karena CMC bersifat polar dan nonpolar. Lapisan polar CMC akan terdiri dari gugus karboksilat yang dapat berinteraksi dengan air, sedangkan lapisan nonpolar terdiri dari rantai hidrokarbon yang tidak dapat berinteraksi dengan air. Ketika campuran sari jambu biji dan CMC dibiarkan lama, maka butir-butir sari jambu biji akan terus tersebar merata di dalam cairan dan lapisan tipis CMC akan terus membentuk ikatan di sekitar butir-butir tersebut. Seiring waktu, ikatan antara butir-butir sari jambu biji dan lapisan tipis CMC akan semakin kuat sehingga kedua fase tersebut akan bergabung menjadi satu fase yang homogen. Penggunaan CMC pada minuman dapat membantu menjaga stabilitas tekstur dan rasa pada suhu yang rendah tersebut, sehingga membuat minuman lebih awet dan tahan lama di dalam 16°C. Selain itu, CMC juga dapat membentuk film tipis di permukaan minuman yang dapat melindungi minuman dari kerusakan akibat oksidasi dan penguapan, sehingga membuat minuman tetap segar dan enak dikonsumsi dalam waktu yang lebih lama (Fitriana, *et al.*; 2021).

Percobaan yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap kadar vitamin C menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Spektrofotometri dapat digunakan untuk informasi baik secara analisis kualitatif maupun analisis kuantitatif. Metode ini memiliki keuntungan, yakni lebih cepat serta menggunakan pelarut yang sedikit. Metode spektrofotometri juga memberikan cara sederhana untuk menetapkan kuantitas zat yang sangat kecil serta angka yang terbaca langsung tercatat oleh detektor (Jurwita, *et al.*; 2020). Prinsipnya adalah pereaksi amonium molibdat akan bereaksi dengan vitamin C dalam sampel membentuk senyawa kompleks asam askorbat molibdat yang berwarna biru. Warna biru ini dapat diukur

intensitasnya pada panjang gelombang tertentu menggunakan spektrofotometer, dan konsentrasi vitamin C dalam sampel dapat dihitung berdasarkan kurva kalibrasi yang dibuat. Semakin banyak vitamin C dalam sampel, semakin intens warna biru yang dihasilkan, dan semakin tinggi nilai absorbansinya pada panjang gelombang yang digunakan. Mekanisme yang terjadi adalah Amonium molibdat bereaksi dengan vitamin C membentuk ion asam askorbat dan kompleks asam molibdat. Selanjutnya, kompleks asam molibdat yang terbentuk mengalami reduksi oleh asam askorbat menjadi kompleks asam molibdenum biru (Gavrilova, *et al.*; 2020) berdasarkan reaksi yang kemudian diukur absorbansinya dengan panjang gelombang maksimum yaitu 628 nm.

Pada percobaan penentuan vitamin c ditambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5% sebagai katalisator untuk mengoksidasi vitamin C menjadi dehidroaskorbat.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  juga berfungsi untuk menjaga pH larutan agar tetap asam, sehingga reaksi berjalan optimal dan tidak terpengaruh oleh pH larutan yang berubah-ubah. Adapun kurva kalibrasi yang diperoleh berdasarkan percobaan adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.** Kurva kalibrasi vitamin C

Kadar vitamin C yang ditentukan dengan menetapkan suhu dan lama penyimpanan minuman sari jambu biji. suhu pertama yang digunakan untuk penyimpanan adalah suhu ruang ( $26^\circ\text{C}$ ) dan suhu kedua adalah suhu kulkas ( $16^\circ\text{C}$ ). pemilihan kedua suhu didasarkan pada kebiasaan manusia dalam menyimpan minuman sari jambu biji yaitu pada suhu ruang agar dapat bisa diminum secara langsung dan kedua suhu kulkas untuk menjaga kualitas minuman sari ketika akan diminum kapan saja. berdasarkan data diatas (Tabel 2) menunjukkan bahwa semakin lama minuman sari disimpan, kadar vitamin C semakin turun yang disebabkan kandungan air pada minuman sari berkurang dan juga disebabkan oleh oksidasi. Vitamin C mudah teroksidasi oleh oksigen dalam udara, cahaya, dan panas. Penyimpanan minuman sari jambu biji pada suhu  $26^\circ\text{C}$  mengalami perubahan yang signifikan pada hari ke-15. Hal tersebut karena penyimpanan pada suhu yang tinggi dapat mempercepat degradasi vitamin C pada minuman sari jambu biji. Oleh karena itu, minuman sari sebaiknya disimpan pada suhu yang dingin untuk mempertahankan kandungan vitamin C yang optimal. Selain itu, proses pasteurisasi pada minuman sari jambu biji juga dapat mempengaruhi kandungan vitamin C. Pemanasan pada suhu yang tinggi selama pasteurisasi dapat menyebabkan degradasi vitamin C. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian suhu dan waktu pasteurisasi yang tepat untuk mempertahankan kandungan vitamin C pada minuman sari jambu biji (Sumaryani dan Dharmadewi; 2018). Hasil tersebut menandakan bahwa penyimpanan pada suhu  $16^\circ\text{C}$  lebih baik dibanding penyimpanan pada suhu  $26^\circ\text{C}$  yang selanjutnya dapat ditentukan penentuan umur simpan pada minuman sari yang dibuat.

**Tabel 2.** Kadar vitamin C variasi suhu dan lama penyimpanan

Waktu Pengamatan Hari ke-	Konsentrasi vitamin C pada suhu Penyimpanan (mg/g)	
	$26^\circ\text{C}$	$16^\circ\text{C}$
0	0,4223	0,4223
5	0,3871	0,4042
10	0,3533	0,3671
15	0,2761	0,3328
20	0,2195	0,2942
25	0,1585	0,2400

#### Penentuan umur siman minuman sari jambu biji biji

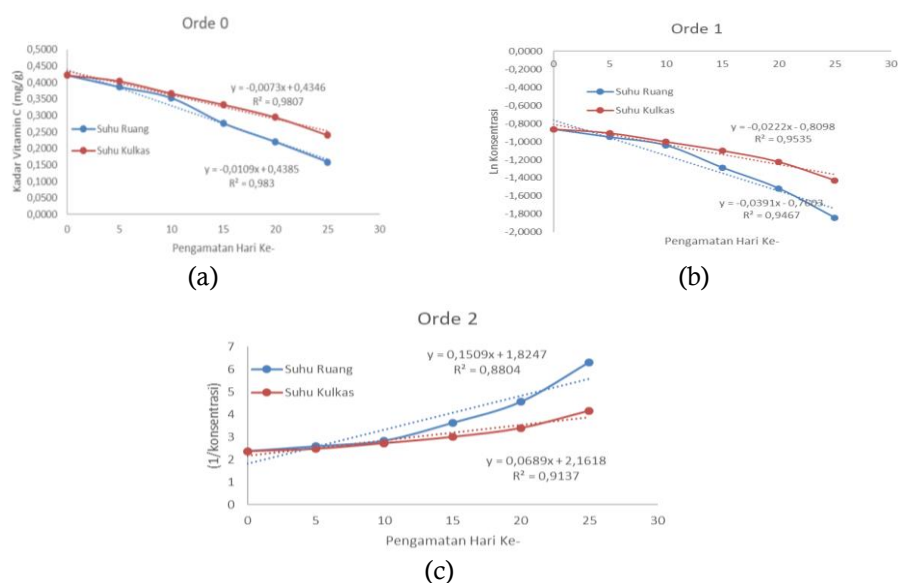
Penentuan umur simpan produk minuman sari jambu biji yang ditambahkan Carboxymethyl cellulose (CMC) sangat penting dilakukan untuk memastikan bahwa produk dapat bertahan dalam kondisi yang baik dan aman dikonsumsi selama jangka waktu yang diinginkan. Selain itu, fungsi penentuan umur simpan untuk memprediksi masa simpan produk sehingga produsen dapat menentukan batas waktu penggunaan



produk sebelum produk tersebut menjadi tidak aman atau mengalami perubahan kualitas yang signifikan. Tidak hanya itu, penentuan umur simpan yang tepat dapat membantu produsen untuk memperpanjang umur simpan produk dengan mengoptimalkan formulasi dan pengemasan produk. Serta, informasi umur simpan dapat membantu produsen untuk memastikan bahwa produk tetap aman dikonsumsi selama jangka waktu yang ditentukan (Ozturk, *et al.*; 2017).

Penentuan umur simpan produk minuman yang ditambahkan CMC dapat dilakukan uji stabilitas dan pemantauan kualitas produk selama jangka waktu yang diinginkan. Uji stabilitas dilakukan dengan menyimpan produk pada kondisi yang bervariasi seperti suhu, cahaya, dan kelembaban yang berbeda. Selain itu, pemantauan kualitas produk dilakukan dengan melakukan analisis terhadap parameter-parameter kualitas produk seperti pH, viskositas, warna, rasa, dan aroma pada waktu-waktu tertentu selama penyimpanan. Dari hasil uji stabilitas dan pemantauan kualitas produk tersebut, produsen dapat menentukan umur simpan produk yang tepat (Quartina, 2014). Penentuan umur simpan pada percobaan didasarkan pada stabilitas kadar vitamin C dalam produk minuman sari jambu biji yang diamati selama 25 hari lalu dihitung menggunakan model kinetika degradasi yaitu sebuah model matematika yang digunakan untuk menggambarkan kecepatan degradasi suatu produk selama penyimpanan. Model ini menggambarkan perubahan kualitas produk dari waktu ke waktu, berdasarkan reaksi kimia atau biokimia yang terjadi dalam produk. Reaksi kimia yang dimaksud adalah proses degradasi vitamin C yang dapat terjadi melalui beberapa mekanisme reaksi, seperti oksidasi, hidrolisis, dan fotodegradasi. Oksidasi adalah reaksi yang paling umum terjadi pada vitamin C, dimana vitamin C teroksidasi menjadi asam dehidroaskorbat dan asam diketogulonat. Proses oksidasi ini terjadi karena adanya radikal bebas atau senyawa oksigen aktif yang terbentuk pada produk. Hidrolisis merupakan reaksi yang juga sering terjadi pada vitamin C, dimana asam askorbat terhidrolisis menjadi asam dehidroaskorbat dan asam 2,3-diketogulonat. Sedangkan, fotodegradasi adalah proses degradasi vitamin C yang terjadi karena paparan cahaya UV (Wulandari, 2017).

Penentuan umur simpan produk minuman menggunakan model kinetika degradasi melalui beberapa orde, yaitu dengan menggunakan model orde nol, orde satu, atau orde dua. Model kinetika orde nol mengasumsikan bahwa laju degradasi produk tidak bergantung pada konsentrasi produk itu sendiri, melainkan bergantung pada faktor-faktor lingkungan seperti suhu dan pH. Model ini biasanya digunakan untuk memprediksi perubahan fisik atau kimiawi dalam produk yang stabil secara termodinamika seperti kandungan air atau kandungan gula pada minuman. Model kinetika orde satu mengasumsikan bahwa laju degradasi produk berubah secara proporsional dengan konsentrasi produk. Model ini sering digunakan untuk memodelkan reaksi kimia pada produk makanan dan minuman seperti degradasi vitamin C dalam minuman. Sedangkan, model kinetika orde dua mengasumsikan bahwa laju degradasi produk berubah secara proporsional dengan kuadrat konsentrasi produk. Model ini sering digunakan untuk memodelkan reaksi kimia yang bersifat kompleks pada produk makanan dan minuman, seperti pembentukan senyawa melanoidin pada minuman kopi dan teh yang dipanaskan. Penentuan umur simpan produk minuman menggunakan model kinetika degradasi melalui beberapa orde ini dapat membantu dalam pengembangan formulasi produk yang lebih tahan lama, serta menentukan kondisi penyimpanan yang sesuai agar kualitas produk tetap terjaga. Metode ini juga dapat membantu produsen dalam menetapkan tanggal kadaluarsa produk dan menjaga keamanan konsumen (Asmara dan Amungkasi; 2019).



**Gambar 5.** Model kinetika degradasi vitamin c pada (a) orde nol, (b) orde satu, (c) orde dua



Kurva ode diatas menunjukkan hubungan antara waktu pengamatan (sumbu x) dengan konsentrasi vitamin c dalam mg/g (sumbu y) dengan asumsi bahwa vitamin C dijadikan sebagai indikator penentu umur simpan produk minuman sari jambu biji karena vitamin C merupakan salah satu nutrisi yang mudah rusak dan teroksidasi dalam produk. Oleh karena itu, penurunan kandungan vitamin C dalam produk menjadi indikator adanya perubahan kualitas produk tersebut. Vitamin C juga merupakan antioksidan yang berperan penting dalam menjaga kesehatan tubuh dan memperpanjang umur simpan produk makanan dan minuman. Ketika produk mengalami degradasi atau kerusakan, maka kandungan vitamin C di dalamnya juga akan mengalami penurunan. Berdasarkan ketiga orde diatas, orde nol menunjukkan regresi yang paling baik dilihat berdasarkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang mendekati satu. Pemilihan orde nol berbeda dengan yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa kandungan vitamin c biasa menggunakan orde satu. Hal tersebut dikarenakan pada penentuan umur simpan minuman sari jambu biji ini kandungan vitamin C sebagai indikator dengan variabel suhu penyimpanan sehingga sesuai dengan literatur yang ada. Hasil dari penentuan umur simpan dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3.** Hasil penentuan umur simpan minuman sari jambu biji

No.	Suhu Penyimpanan (°C)	Lama Penyimpanan (Hari)
1	4	14
2	6	9
3	20	7
4	26	6

Data diatas menunjukkan produk minuman yang dibuat dengan cara sederhana yaitu pencampuran sari jambu biji yang telah diblender dengan air dan ditambahkan CMC dapat disimpan lama pada suhu 4°C dengan asumsi penurunan kandungan vitamin C hingga hari terakhir dapat dikonsumsi sebesar 85%. Dengan demikian, penggunaan CMC pada produk minuman dapat meningkatkan stabilitas produk dan mencegah terjadinya pemisahan fase antara fase air dan fase minyak. Meskipun demikian, penambahan CMC pada minuman juga diperlukan menjaga kualitas produk seperti rasa, aroma, dan warna, sehingga produk minuman sari jambu biji dapat bertahan lebih lama (Varshney, *et al.*; 2018).

## Simpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penambahan CMC dalam minuman sari buah jambu berpengaruh terhadap kestabilan minum sari buah jambu itu sendiri yang membuat minuman sari jambu tahan lebih lama meskipun disimpan dalam suhu ruang. Pengaruh suhu baik suhu ruang (26°C) dan suhu kulkas (16°C) mempengaruhi kadar vitamin C pada minuman sari buah yang telah ditambahkan CMC sebanyak 0,5% b/b yang merupakan konsentrasi optimum untuk ditambahkan dalam minuman sari buah jambu. Selain itu, berdasarkan suhu dan lama penyimpanan minuman sari buah jambu dapat ditentukan umur simpan dengan asumsi degradasi vitamin C dalam minuman menggunakan model matematika kinetika degradasi.

## Daftar Referensi

- Asmara AP, Amungkasi HK. 2019. Kajian kinetika pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar vitamin C pada buah apel malang (*Malus sylvestris*). *Al.Kimia*. 7(1): 136-146.
- Danil, M., Sakinah, N., Nuh, M., Barus, W.B.J., Miranti, M. and Novrini, S., 2021. Pengaruh jumlah gula dan CMC terhadap mutu sirup seledri. *Agriland: Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(3), pp.166-169.
- Fitriana, I., Putri, S.K. and Sari, A.R., 2021. Karakteristik fisikokimia dan organoleptik fruit leather semangka kuning (*Citrullus lanatus*) dengan variasi konsentrasi CMC. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 16(1), pp.1-9.
- Firdaus AS dan Azara R. 2022. Pengaruh penambahan bahan penstabil (CMC) dan asam sitrat pada sari buah jambu merah (*Psidium Guajava L.*). *Procedia of Engineering and Life Science*. 2(2): 1-6.
- Gavrilova N, Myachina M, Harlamova D, Nazarov V. 2020. Synthesis of molybdenum blue dispersion using ascorbic acid as a reducing agent. *Colloids and Interfaces*. 24(4):1-14.
- Jiang S, Zou L, Hou Y, Qian F, Tuo Y, Wu X, Zhu X, Mu G. 2020. The influence of the addition of transglutaminase at different phases on the film and film forming characteristics of whey protein concentrate carboxymethyl chitosan composite films. *Food Packaging and Shelf Life Journal*. 25(8): 2214-2894.

- Jurwita M, Nasir M, Gani A. 2020. Analisis kadar vitamin C bawang putih dan hitam dengan metode spektrofotometri uv-vis. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*. 6(3): 252-261.
- Masrullita, Meriatna, Zulmiardi, Safriwardy F, Auliani, Nurlaila R. 2021. Pemanfaatan Jerami Padi (*Oryza Sativa* L.) Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan CMC (Carboxymethyl Cellulose). *J Rekayasa Proses*. 15(2):194. doi:10.22146/jrekpros.69569.
- Mohanty S, Nayak SK, Tripathy SK, dan Das D. 2012. Effects of pH on the Rheological Behavior and Solubility of Carboxymethyl Cellulose Solutions. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*. DOI: 10.1080/1023666X.2011.629144.
- Mukmina, T.D.A., Prameswari, R.L., Hapsari, R.I., Muflihati, I., Affandi, A.R. and No, J.S.T., 2019. Karakteristik minuman ready to drink dengan variasi konsentrasi cmc dan rasio kacang tunggak dan kacang hijau. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 9(1), pp.74-82.
- Ozturk B, Argin S, Ozilgen M. 2017. Modeling shelf life of probiotic yogurt containing inulin and carboxymethylcellulose during refrigerated storage. *Journal of Food Processing and Preservation*: 41(1), e12729.
- Padang SA dan Maliku RM. 2017. Penetapan kadar vitamin c pada buah jambu biji merah (*Psidium guajava* L.) dengan metode titrasi na-2,6 dichlorophenol indophenol (DCIP). *Jurnal Media Farmasi*. 13(2): 1-6.
- Qi X dan Zhang L. 2020. The effect of temperature on the viscosity and flow behavior of carboxymethyl cellulose solutions. *International Journal of Biological Macromolecules*. 153:1098-1104. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.11.042.
- Quartina SH. 2014. Penentuan umur simpan minuman sari buah anggur "INABUN" dengan metode accelerated shelf life testing (ASLT). Malang: Universitas Brawijaya.
- Salimi Y.K, Hasan A.S, Botutihe D.N. 2021. Sintesis dan karakterisasi *Carboxymethyl Cellulose Sodium* (Na-CMC) dari selulosa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan media reaksi etanol-isobutanol. *Jamb.J.Chem*. 3(1):1-11.
- Silsila D, Efendi Z, Timotius F. 2018. Karakterisasi karboksimetil selulosa (CMC) dari pelepah kelapa sawit. *Jurnal Agroindustri*. 8(1): 53-61.
- Triasswari M, Arnata, dan Yoga S. 2022. Karakteristik Karboksimetil Selulosa Dari Onggok Singkong Pada Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida Dan Asam Trikloroasetat. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 3(10):302-311.
- Wulandari WT. 2017. Analisis kandungan asam askorbat dalam minuman kemasan yang mengandung vitamin C. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 17(1): 27-32.