

## **Kesan Penggunaan Serbuk Karagenan dan Serbuk Rumpai Laut ke Atas Ciri-Ciri Fizikokimia Minuman Jus Jambu Batu Merah**

Suriati Binti Ali  
Kolej Komuniti Sabak Bernam  
suriati.ali@kksbs.edu.my

### **Abstract**

This study was conducted to investigate the effect of carrageenan powder and seaweed powder on physicochemical characteristics of pink guava juice drink for improving the quality of the juice. Physicochemical characteristics for mixture of juice added with carrageenan powder and seaweed powder was determined in terms of pH, total soluble solid ( $^{\circ}$ Brix), ascorbic acid content, viscosity and color. Content of carrageenan powder and seaweed powder added in pink guava juice drink was 0.10%, 0.15% and 0.20%. Samples were stored at 4°C for 14 days and all analysis done on the day of sample preparation (day 0), day 2, day 4, day 8 and day 14. Results showed significant differences ( $p < 0.05$ ) on viscosity and ascorbic acid content for all samples and storage time. However, results for pH, total soluble solids, and color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ) did not show significant differences between the sample and the time of storage. Only control samples showed a significant difference ( $p < 0.05$ ) of the stimulus  $L^*$  during day 8. The addition of seaweed powder in the range of 0.10% to 0.20% can increase the viscosity and ascorbic acid content in the sample, however the use of carrageenan powder cause viscosity increase in sample. The additional of seaweed powder and carrageenan in juice give a very similar result to the analysis of pH, total soluble solids, and color.

**Keywords:** carrageenan powder, seaweed powder, physicochemical, pink guava juice drink

### **Abstrak**

Kajian ini dijalankan untuk mengetahui kesan penggunaan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut terhadap ciri-ciri fizikokimia minuman jus jambu batu merah bagi meningkatkan kualiti jus. Ciri-ciri fizikokimia formulasi minuman jus yang ditambah serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut ditentukan iaitu dari segi pH, kandungan pepejal terlarut ( $^{\circ}$ Brix), kandungan asid askorbik, kelikatan dan warna. Kandungan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut yang ditambah dalam minuman jus jambu batu merah adalah sebanyak 0.1% , 0.15% dan 0.2%. Sampel disimpan dalam suhu 4°C selama 14 hari dan kesemua analisis dibuat pada hari penyediaan sampel (hari 0), hari ke 2, hari ke 4, hari ke 8 dan hari ke 14. Keputusan analisis mendapati terdapat perbezaan signifikan ( $p < 0.05$ ) terhadap kelikatan dan kandungan asid askorbik di antara semua sampel dan tempoh penyimpanan. Manakala keputusan analisis dari segi pH, kandungan pepejal terlarut ( $^{\circ}$ Brix) dan warna ( $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$ ) tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan di antara sampel dan semasa tempoh penyimpanan. Hanya sampel kawalan menunjukkan perbezaan signifikan ( $p < 0.05$ ) dari nilai stimulus  $L^*$  semasa tempoh penyimpanan bermula pada hari ke 8. Penambahan serbuk rumpai laut dalam julat 0.10% hingga 0.20% dapat meningkatkan kelikatan dan kandungan asid askorbik dalam sampel manakala penggunaan serbuk karagenan menyebabkan kelikatan sampel semakin bertambah. Kesan penggunaan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut adalah hampir sama bagi analisis pH, kandungan pepejal terlarut dan warna.

**Kata Kunci:** serbuk karagenan, serbuk rumpai laut, fizikokimia, jus jambu batu merah

## 1.0 Pengenalan

Malaysia telah dikenal pasti sebagai pengeluar tumbuhan akuatik utama iaitu rumpai laut di seluruh dunia. Menurut Organisasi Makanan dan Pertanian Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (FAO, 2016), Malaysia menghasilkan 245.332 tan tumbuhan akuatik bernilai USD 63.75 juta pada tahun 2014, menjadikan Malaysia pengeluar tumbuhan akuatik terbesar ke-7 di seluruh dunia di belakang China, Indonesia, Filipina, Korea Selatan, Korea Utara dan Jepun. Menurut Wolyna, Hin, Munsu dan Ab Wahab (2017), rumpai laut mengandungi kandungan yang tinggi dalam serat pemakanan, protein, kandungan mineral dan vitamin, polifenol, karatenoid serta tokoferol. Jiao, Yu, Zhang dan Ewart (2011) menyatakan rumput laut merupakan sumber polisakarida linear sulfat (karagenan) yang digunakan dalam industri makanan kerana sifat reologi sebagai agen pembentuk gel dan agen pengembang. Menurut Nor Hidayah, Salma, Abdul Salam dan Mohamad Yusof (2018), rumpai laut *Kappaphycus alvarezii* kaya dengan karagenan yang banyak digunakan dalam industri makanan sebagai agen pemekat dan penstabil.

Karagenan ialah salah satu karbohidrat polimer yang boleh didapati daripada rumpai laut dan ia mempunyai banyak kegunaan di dalam industri makanan (Prajapati & Patel, 2007). Karagenan merupakan agen penggelan yang diperolehi dari hasil ekstrak rumpai laut merah dengan menggunakan air atau larutan alkali pada suhu tinggi (Muchlisah, 2012). Menurut Ramadani, Dari dan Aisah (2020), karagenan merupakan hidrokoloid yang berfungsi membentuk tekstur seperti gel dalam pembuatan gula-gula buah berembang (*Sonneratia caseolaris*). Menurut Thakur dan Thakur (2016), karagenan diklasifikasikan menjadi enam kelas diantaranya adalah Iota ( $\iota$ ), Lambda ( $\lambda$ ), Kappa ( $\kappa$ ), Theta ( $\theta$ ), Nu ( $\nu$ ), dan Mu ( $\mu$ )-karagenan. Prihastuti dan Abdassah (2019) menyatakan karagenan digunakan sebagai agen pengental dan penstabil terutama dalam produk makanan dan sos.

Malaysia telah menetapkan setiap kategori makanan dan minuman mempunyai piawaian yang telah khusus seperti ditetapkan dalam Akta Makanan 1983 dan Peraturan- Peraturan 1985. Di Malaysia terdapat pelbagai jenis produk diklasifikasikan sebagai minuman ringan iaitu seperti minuman jus buah, minuman buah, minuman berperisa, bes minuman ringan atau minuman ringan siap campur, campuran minuman botani, sirap buah, kordial buah atau skuas buah. Pertambahan kesedaran penduduk negara ini terhadap kesihatan menyebabkan peningkatan permintaan minuman jus buah-buahan asli berbanding jus atau minuman yang menggunakan bahan perisa.

Di Malaysia, jus jambu batu merah dipasarkan dengan kandungan pepejal terlarut antara daripada 9.9°Brix hingga 10.63°Brix manakala pH adalah antara 3.46 dan 3.98. Keadaan pempasteuran yang spesifik diperlukan untuk menghasilkan jus yang berkualiti tinggi dari segi nutrien kandungan dan rasa serta untuk memastikan ia selamat untuk penggunaan (Zainal, Abdul Rahman, Ari, Saari & Asbi, 1997). Jambu batu merah (*Psidium guajaya* L.) merupakan buah klimakterik yang mudah rosak dan diproses menjadi pati buah, jeli dan puri (Salimah, Lindriati & Purnomo, 2015). Menurut Afa, Putranto dan Balia (2020), jus jambu batu merah mempunyai kandungan

likopen dan vitamin C yang merupakan sumber antioksidan yang banyak terdapat pada isi buah jambu batu merah yang matang. Antioksidan adalah sebatian dapat melindungi tubuh dari pelbagai penyakit yang berkaitan dengan kewujudan radikal bebas apabila diminum secara berkala. Menurut Salimah *et al.* (2015), puri buah mudah dikendalikan, mutu produk lebih konsisten dan jangka hayat lebih lama tetapi mengalami pengurangan kandungan vitamin C, rasa dan warna. Salah satu cara untuk mengurangkan perubahan tersebut adalah dengan penambahan hidrokoloid.

Bahan penstabil juga dikenali sebagai hidrokoloid. Hidrokoloid adalah satu polimer larut dalam air yang mampu membentuk koloid dan mengentalkan larutan dan mampu membentuk gel dari larutan tersebut seperti gam, pati dan dekstrin (Salimah *et al.*, 2015). Bahan penstabil yang digunakan dalam minuman oren emulsi adalah pektin dan karboksil metil selulosa (Mirhosseini, Tan, Hamid, & Yusof, 2008). Bahan penstabil iaitu karagenan sangat baik dalam mengikat air yang banyak selain harganya yang murah (Basito, Yudhistira & Meriza, 2018). Menurut Yaseen, Herald, Aramouni dan Alavi (2005), didapati gam konjac mempunyai kelikatan yang paling tinggi berbanding larutan gam yang lain berdasarkan sifat fizikal bagi 12 jenis gam yang dikaji pada kepekatan 0.05%, 0.1% dan 0.5%. Manakala gam arab, metilselulosa dan pektin mempunyai kelikatan yang rendah dan tiada sifat elastik. Di antara jenis gam yang digunakan dalam produk makanan adalah seperti karboksil metil selulosa, karagenan, gam guar, gam arab, konjac, metilselulosa, pektin dan gam xantan (Yaseen *et al.*, 2005).

Menurut Shamsudin, Mohamed dan Mohd Yaman (2005), kelikatan jus jambu batu meningkat dengan peningkatan kepekatan iaitu jus jambu batu (15°Brix) mempunyai kelikatan  $11.89 \pm 1.52$  mPas manakala jus jambu batu (20°Brix) kelikatannya adalah  $15.68 \pm 1.06$  mPas. Zainal (2000) menyatakan peningkatan kelikatan jus jambu batu merah berlaku apabila kandungan pepejal terlarut meningkat. Menurut Basito *et al.* (2018), kelikatan larutan karagenan disebabkan sifat karagenan sebagai polielektrolit daya tolakan (repulsion) antara cas-cas negatif sepanjang kumpulan sulfat, mengakibatkan rantai molekul menegang kerana sifat hidrofilik.

Kajian ini berhasrat melihat potensi serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut sebagai hidrokoloid yang digunakan dalam minuman jus jambu batu merah bagi menjadi alternatif bahan penstabil sedia ada dipasaran seperti gam arab, gam xanthan, karboksil metil selulosa (CMC) dan lain-lain lagi. Kajian ini melibatkan penilaian ciri-ciri fizikokimia dalam minuman jus jambu batu merah. Objektif kajian ini adalah menentukan kesan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut ke atas ciri fizikokimia minuman jus jambu batu merah.

## **2.0 Bahan dan Kaedah**

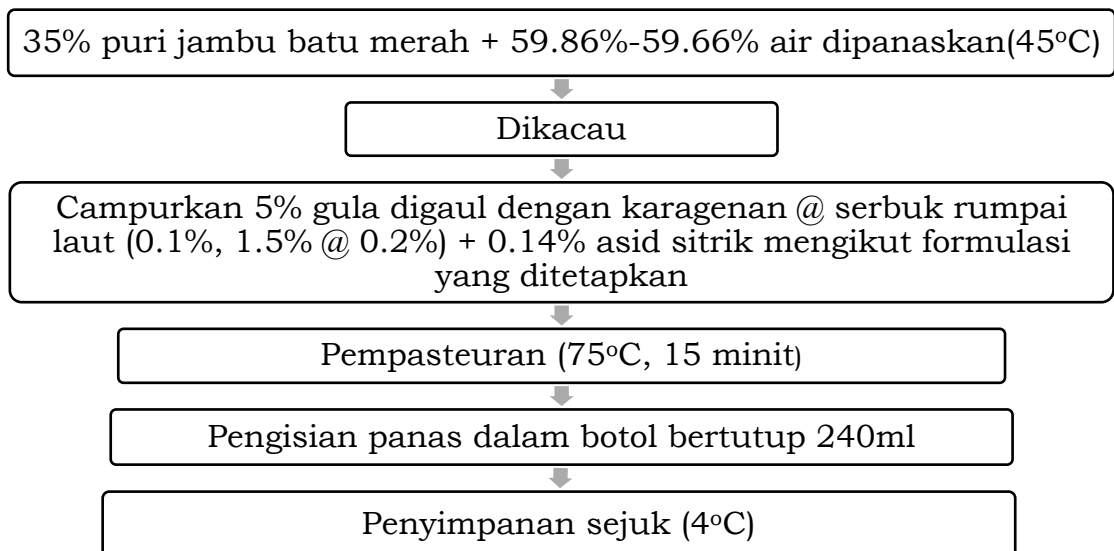
### **2.1 Bahan mentah**

Puri jambu batu merah yang diperolehi daripada Golden Hope Food & Beverage Sdn Bhd yang beralamat di Sungei Wangi Estate, 32000 Sitiawan, Perak. Jenis jambu batu merah (*Psidium guajava L*) yang digunakan adalah Semenyih dan Sungkai. Spesies rumpai laut yang digunakan adalah *Kappaphycus alvarezii*. Rumpai laut kering diperolehi dari Sabah dan

disimpan dalam peti sejuk. Rumpai laut ini akan dibersihkan dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam serta dikisar menjadi serbuk dengan menggunakan mesin pengisar pelbagai (universal cutting mill) bagi menghasilkan serbuk rumpai laut (Normah & Nazirah, 2003). Serbuk karagenan komersial diperoleh dari pembekal Tacara Sdn. Bhd. yang beralamat di TB 4104, Tingkat 2, Lot 51 dan 52, Blok D, Bandaran Baru II, 91000 Tawau, Sabah.

## **2.2 Penyediaan minuman jus jambu batu merah (psidium guajava)**

Kaedah pemprosesan minuman jus jambu batu merah adalah berdasarkan kaedah Cheng, Soh, Liew & Teh (2007) dan Zainal (2000) dengan sedikit pengubahsuaian. Pengubahsuaian yang dilakukan adalah menggunakan puri jambu batu merah dan bahan penstabil iaitu serbuk karagenan atau serbuk rumpai laut yang dicampur bersama gula serta asid sitrik dalam pemprosesan minuman jus jambu merah. Minuman jus disediakan dengan menambah 5% gula dan kandungan air 59.66%-59.86% bagi menghasilkan 9°Brix. Asid sitrik yang digunakan adalah sebanyak 0.14% bagi melaraskan pH minuman jus jambu batu merah dan mencapai pH 3.6-3.7. Serbuk karagenan atau serbuk rumpai laut ditambah ke dalam minuman jus mengikut formulasi yang ditetapkan (Jadual 1). Minuman jus dipasteurkan jus pada suhu 75°C selama 15 minit. Sampel kawalan adalah minuman jus yang tidak ditambah serbuk karagenan atau serbuk rumpai laut. Selepas itu, minuman jus jambu batu merah dibotolkan ia disejukkan segera dan disimpan pada suhu 4°C. Sampel akan melalui ujian fizikokimia selama 14 hari mengikut tempoh yang ditetapkan. Carta alir proses penghasilan minuman jus jambu batu merah merujuk Rajah 1



**Rajah 1:** Carta alir pemprosesan minuman jus jambu batu merah

### 2.3 Rekabentuk kajian

Rekabentuk kajian yang digunakan ialah rekabentuk rawak lengkap dengan blok dan dilakukan replikasi sebanyak 3 kali. Dalam kajian ini, blok dilakukan terhadap replikasi. Rawatan yang dilakukan terhadap sampel adalah penambahan salah satu bahan penstabil iaitu serbuk rumpai laut atau karagenan. Enam formulasi minuman jus jambu batu merah akan dihasilkan dan satu formulasi minuman jus jambu batu merah tanpa serbuk rumpai laut atau karagenan sebagai kawalan. Jadual 1, menunjukkan formulasi bagi minuman jus jambu batu merah

**Jadual 1:** Formulasi minuman jus jambu batu merah

Formulasi	Puri Jambu Batu Merah (%)	Air (%)	Gula (%)	Asid Sitrik (%)	Serbuk Rumpai Laut (%)	Karagenan (%)
1	35	59.86	5	0.14	0	0
2	35	59.76	5	0.14	0.10	0
3	35	59.71	5	0.14	0.15	0
4	35	59.66	5	0.14	0.20	0
5	35	59.76	5	0.14	0	0.10
6	35	59.71	5	0.14	0	0.15
7	35	59.86	5	0.14	0	0.20

### 2.4 Penyimpanan

Enam formulasi dan satu kawalan minuman jus jambu batu merah disimpan pada suhu 4°C selama 14 hari dan sampel dianalisis mengikut jangka masa tertentu iaitu 0 hari, 2 hari, 4 hari, 8 hari dan 14 hari (Ibrahim, Hassan, Abd-Elrashid, Massry, Ghorab Ramadan & Osman, 2011).

### 2.5 Kaedah kajian makmal

#### 2.5.1 Ujian fizikokimia

Ujian fizikokimia adalah ujian bagi menentukan sifat-sifat fizikal dan kimia bagi sampel formulasi minuman jus jambu batu merah. Ujian fizikokimia bagi sampel adalah berdasarkan kaedah AOAC (Association Of Official Analytical Collaboration) yang diiktiraf oleh antarabangsa yang ditubuhkan pada tahun 1884 sebagai Persatuan Ahli Kimia Pertanian Rasmi (*Association of Official Agricultural Chemists*):

a. Penentuan nilai pH

Penentuan pH dijalankan berdasarkan kaedah AOAC (2000). Nilai pH ditentukan dengan menggunakan meter pH yang dikalibrasikan dahulu dengan larutan penimbal pH 4.00, pH 7.00 dan pH10.00. Bacaan dijalankan secara triplikat dan nilai min direkod bagi setiap analisis.

- b. Penentuan kandungan pepejal terlarut (° Brix)  
Penentuan kandungan pepejal terlarut (° Brix) ditentukan dengan menggunakan refraktometer adalah berdasarkan kaedah AOAC (2000). Refraktometer dikalibrasi dengan air suling terlebih dahulu. Bacaan dijalankan secara triplikat dan nilai min direkod bagi setiap analisis.
- c. Penentuan warna  
Penentuan warna menggunakan kolorimeter jenis Chromameter CR-400 Minolta keluaran Jepun. Kalibrasi dilakukan ke atas jubin berwarna putih sebelum analisis sampel dilakukan ( $L^*=92.2$ ,  $a^*=+0.49$ ,  $b^*=+0.33$ ). Nilai  $L^*$   $a^*$   $b^*$  ditentukan berdasarkan sistem CIE (Comission International de L'Eclairage). Sistem ini menggunakan tiga nilai ( $L^*a^*b^*$ ) untuk menggambarkan ketepatan kedudukan warna ukuran tahap kecerahan kepada kegelapan. Bacaan  $L^*$  menunjukkan ukuran tahap kecerahan kepada kegelapan,  $a^*$  menunjukkan ukuran warna merah kepada kehijauan dan  $b^*$  menunjukkan ukuran tahap warna kuning kepada kebiruan. Sampel jus dimasukkan ke dalam tabung uji dan dirapatkan pada alat pengukur kolorimeter. Bacaan dijalankan secara triplikat dan nilai min direkod dengan nilai dua titik perpuluhan bagi setiap analisis.
- d. Ujian kelikatan  
Sampel diukur kelikatannya menggunakan Brookfield Rheometer S/P Plush digunakan bagi menentukan kelikatan sampel pada suhu  $20\pm 1^\circ\text{C}$ , dengan kelajuan 100rpm. Bacaan diambil 30 saat selepas gelendong bersaiz no CC40 dimasukkan ke dalam sampel. Setiap bacaan direkodkan dengan tiga bacaan. Unit ukuran yang digunakan ialah sentipoise (cPs).
- e. Penentuan Kandungan Asid Askorbik  
Kandungan asid askorbik ditentukan menggunakan kaedah pentitratan pewarna 2,6-diklorofenol indofenol (DCPIP) (AOAC 967.21,45.1.14) Setiap 10 ml sampel dicairkan sehingga 100ml dengan 3% asid metafosforik. Kemudian ditapis menggunakan kertas turas jenis Whatman (no.4).Sebanyak 5 ml larutan yang telah dituras dititratkan dengan larutan penunjuk 2,6-diklorofenol indofenol (DCPIP) sehingga mencecah titik penentuan berwarna merah jambu selama 15 saat. Kandungan asid askorbik dikira sebagai amaun miligram asid askorbik per 100ml sampel jus berdasarkan formula di bawah :

$$\text{Kandungan asid askorbik (mg/100ml jus)} = \frac{V \times F \times V_o}{E \times V_s} \times 100$$

- $V$  = Isipadu pewarna yang digunakan untuk penitratan  
 $F$  = Faktor pewarna  
 $V_o$  = Isipadu komposisi  
 $E$  = Ekstrak larutan  
 $V_s$  = Isipadu sampel

## 2.6 Analisa statistik

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan komputer dengan bantuan perisian Pakej Statistik untuk Sains Sosial (SPSS) iaitu IBM SPSS Statistics 21. Data yang direkodkan menggambarkan nilai min bagi tiga replikat. Data diukur dengan ANOVA dan Post-hoc Duncan untuk menilai dan melihat perbezaan di antara semua data yang diperoleh terhadap sampel-sampel yang berbeza. Data yang diperoleh dari ujian fizikokimia akan menggunakan perisian ini bagi analisis data. Nilai yang diperoleh samada signifikan atau tidak, akan dijelaskan di dalam perbincangan. Nilai dianggap mempunyai kepadanan yang sesuai sekiranya nilai yang diperoleh adalah signifikan ( $p < 0.05$ ), mempunyai nilai  $R^2$  lebih daripada 0.75.

## 3.0 Keputusan dan perbincangan

### 3.1 Keputusan kandungan pepejal terlarut ( $^{\circ}$ Brix)

Merujuk Jadual 2, kandungan pepejal terlarut ( $^{\circ}$ Brix) bagi minuman jus jambu batu merah tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p > 0.05$ ) antara semua sampel iaitu GC, GR1, GR2, GR3, GK1, GK2 dan GK3. Ini kerana kandungan gula yang ditambah dalam setiap sampel adalah sama iaitu sebanyak 5%. Oleh itu, serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut dan tidak memberi kesan terhadap kandungan pepejal terlarut ( $^{\circ}$ Brix) bagi minuman jus jambu batu merah.

Sepanjang tempoh penyimpanan jus selama 14 hari pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  tiada perbezaan signifikan ( $p > 0.05$ ) bagi semua sampel. Ini menunjukkan suhu yang rendah tidak mempengaruhi kandungan pepejal terlarut disebabkan jus masih berada dalam keadaan yang baik dan tidak rosak disebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisma. Seperti yang dilaporkan oleh Ordóñez-Santos dan Vázquez-Riascos (2010) bahawa tiada perbezaan signifikan ( $p > 0.05$ ) terhadap kandungan pepejal terlarut nektar jambu batu merah yang disimpan selama 240 hari pada suhu  $10^{\circ}\text{C}$ .

**Jadual 2:** Kesan serbuk karagenan atau serbuk rumpai laut terhadap kandungan pepejal terlarut ( $^{\circ}$ Brix) minuman jus jambu batu merah semasa penyimpanan

Sampel	Kandungan pepejal terlarut ( $^{\circ}$ Brix)				
	Tempoh penyimpanan				
	Hari 0	Hari 2	Hari 4	Hari 8	Hari 14
GC	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>
GR1	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>
GR2	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>
GR3	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>
GK1	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>	9.00 $\pm$ 0.010 <sup>aA</sup>

GK2	9.00±0.010 <sup>aA</sup>	9.00±0.010 <sup>aA</sup>	9.00±0.010 <sup>aA</sup>	9.00±0.010 <sup>aA</sup>	9.00±0.010 <sup>aA</sup>
GK3	9.00±0.010 <sup>aA</sup>	9.00±0.010 <sup>aA</sup>	9.00±0.010 <sup>aA</sup>	9.00±0.010 <sup>aA</sup>	9.00±0.010 <sup>aA</sup>

Nota: Jadual menunjukkan nilai purata ± sisihan piawai daripada replikasi eksperimen, n=3;

GC - Minuman jus jambu batu mengandungi 0 % serbuk rumpai laut & karagenan

GR1 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.10 % serbuk rumpai laut

GR2 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.15 % serbuk rumpai laut

GR3 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.20 % serbuk rumpai laut

GK1 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.10 % serbuk karagenan

GK2 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.15 % serbuk karagenan

GK3- Minuman jus jambu batu mengandungi 0.20 % serbuk karagenan

a: Abjad yang sama pada lajur yang sama menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) antara sampel

A: Abjad yang sama pada baris yang sama menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) bagi tempoh penyimpanan

Menurut Sinchaipanit dan Kerr (2007), kandungan pepejal terlarut bagi minuman lobak merah adalah 11.0-11.2°Brix dalam semua sampel dan menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ( $p > 0.05$ ) dalam nilai min kandungan pepejal terlarut bagi semua sampel yang diperhatikan sepanjang tempoh penyimpanan. Selain itu, Weerasekara, Rathnayaka dan Saranandha (2012) dalam laporannya membuktikan, tiada perbezaan signifikan ( $p > 0.05$ ) bagi kandungan pepejal terlarut yang diperhatikan semasa tempoh penyimpanan selama 6 bulan bagi minuman almond tropika. Oleh itu, serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut tidak mempengaruhi kandungan pepejal terlarut semasa tempoh penyimpanan.

### 3.1 Perubahan nilai pH

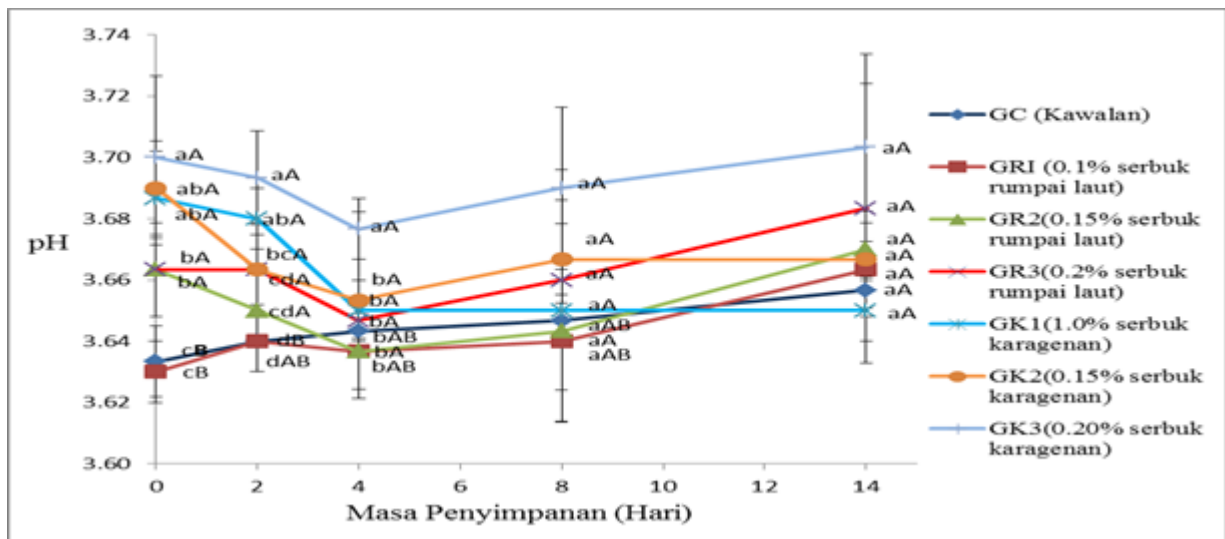
Nilai pH adalah penting sebagai pengukur bagi keasidan aktif yang mana mempengaruhi rasa atau kesedapan produk dan memberi kesan keperluan pemprosesan. Faktor yang amat penting memberi kesan pada masa dan suhu pensterilan serta penggunaan bahan pengawet adalah nilai pH sebenar dalam produk buah-buahan. Selalunya pH 4.6 adalah dipertimbangkan sebagai garis pemisah antara makanan berasid dan bukan makanan berasid. Penyesuaian nilai pH amat perlu untuk pemprosesan minuman ringan, jem, jeli dan marmalad (Askar & Treptow, 1993). pH merupakan kriteria yang amat penting untuk memanjangkan jangka hayat produk dan merupakan petunjuk kualiti sesuatu produk (Bhat, Suhaida, Han, Karim & Liong, 2011). Selain itu, Ashurat (1999) menyatakan pH yang rendah dalam jus adalah bertujuan mengelakkan pertumbuhan bakteria patogen dan memanjangkan jangka hayat.

Merujuk Rajah 2, terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) di antara sampel jus minuman yang mengandungi serbuk *Kappaphycus alvarezzi* ( $\kappa$ -karagenan) dan serbuk rumpai laut. Keputusan nilai min pH bagi minuman jus jambu batu merah dengan penambahan serbuk karagenan atau serbuk rumpai laut sebagai bahan penstabil adalah meningkat bagi sampel GR2, GR3, GK1, GK2 dan GK3 berbanding sampel GC manakala sampel GR1 tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p > 0.05$ ) berbanding GC. Hal ini menjelaskan bahawa serbuk rumpai laut dan  $\kappa$ -karagenan yang lebih banyak menyebabkan peningkatan nilai pH minuman jus jambu batu merah. Jika nilai pH semakin meningkat, minuman jus menjadi kurang berasid. Dalam kajian ini, sebanyak 0.14% asid sitrik telah digunakan untuk menurunkan pH semua formulasi minuman jus jambu batu merah. Nilai pH yang diperolehi berada



pada julat 3.63 hingga 3.70 adalah konsisten dengan pH yang dilaporkan oleh Zainal, Abdul Rahman, Ari, Saari & Asbi (1997) iaitu pH dalam julat 3.46 hingga 3.98 dalam pemprosesan jus jambu batu merah yang dipasarkan di Malaysia. Manakala Cheng et al. (2007) melaporkan dalam pemprosesan jus jambu batu pH yang diperolehi adalah dalam julat 3.90 hingga 3.93. Menurut Salimah et al. (2015), puri jambu batu merah mempunyai julat pH antara 4.04-4.33 dan apabila ditambah gam arab pH puri lebih rendah iaitu 4.09 dibandingkan puri yang ditambah gam xanthan iaitu 4.28.

Berdasarkan Rajah 2, sampel GK3 mempunyai nilai pH paling tinggi iaitu 3.70 berbanding GC iaitu 3.63. Didapati peratusan serbuk karagenan yang berbeza boleh mempengaruhi nilai pH seperti yang dilaporkan oleh Zunairah (2011). Menurut Zunairah (2011), peningkatan kepekatan karagenan telah menyebabkan peningkatan nilai pH. Keadaan ini dapat dilihat terhadap jus buah tropika yang ditambah dengan karagenan dan gam arab yang mempunyai peratusan karagenan yang berlainan. Nilai pH jus buah tropika yang mengandungi 2% gam arab dan 0.05% karagenan adalah lebih rendah iaitu 3.87 berbanding jus buah tropika yang mengandungi 2% gam arab dan 0.1% karagenan iaitu 3.94. Selain itu, Yaseen, Herald, Aramouni dan Alavi (2005) dalam kajiannya menyatakan pH larutan  $\kappa$ -karagenan dalam air suling disimpan semalaman pada suhu 4°C adalah paling tinggi 6.22 berbanding  $\lambda$ -karagenan (5.67) dan  $\iota$ -karagenan (5.34). Menurut Widjaja, Sumartini dan Salim (2019), pH minuman jeli ikan menunjukkan peningkatan pH apabila kepekatan pemanis meningkat. Ini disebabkan karagenan dalam larutan memiliki kestabilan yang maksimum pada pH 9, akan terhidrolisis pada pH dibawah 3.5.



Nota: Graf menunjukkan nilai purata ± sisihan piawai daripada replikasi eksperimen, n=3; a-c : Abjad yang berbeza pada lajur yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) antara sampel. A-B: Abjad yang berbeza pada baris yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) bagi tempoh penyimpanan

**Rajah 2:** Perubahan nilai pH minuman jus jambu batu merah yang mengandungi serbuk rumpai laut dan karagenan semasa

Berdasarkan Rajah 2, semasa tempoh penyimpanan selama 14 hari pada suhu 4°C didapati nilai pH bagi semua sampel iaitu GR2, GR3, GK1, GK2

dan GK3 tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p > 0.05$ ) kecuali sampel GR1 dan GC. Nilai pH tidak berubah semasa penyimpanan disebabkan oleh suhu penyimpanan yang rendah iaitu  $4^{\circ}\text{C}$  dan jus telah dipasteurkan pada suhu  $75^{\circ}\text{C}$  selama 15 minit sebelum dibotolkan dengan isian panas serta disejukkan dengan kadar segera. Ini boleh mengelakkan kerosakan pada jus disebabkan mikroorganisma yang boleh menyebabkan perubahan pada pH semasa penyimpanan. Oleh itu, serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut boleh digunakan minuman jus jambu batu merah kerana memberikan nilai pH yang sesuai untuk jus.

Kajian oleh Rivas, Rodrigo, Martinez, Barbosa-Canovas dan Rodrigo (2006), pemerhatian terhadap pH bagi rawatan nadi elektrik serta pempasteuran jus campuran oren dan lobak merah menunjukkan tiada perbezaan signifikan ( $p > 0.05$ ) dalam pH jus. Kajian mendapati tiada perbezaan nilai pH dengan tempoh penyimpanan kecuali sampel P1 ( $25\text{kV}$  &  $280\mu\text{s}$ ) dimana nilai pH menurun pada minggu ke 8 yang disimpan dalam suhu  $12^{\circ}\text{C}$  disebabkan permulaan kerosakan mikrobiologi. Menurut Muhamad et. al (2016), pempasteuran adalah proses yang sangat penting kerana ia akan memusnahkan mikroorganisma yang boleh menyebabkan kerosakan pada produk dan membolehkan produk mempunyai jangka hayat yang lebih lama berbanding dengan produk yang tidak dipasteur.

Menurut Sinchaipanit dan Kerr (2007), minuman lobak merah yang mempunyai partikel saiz yang berbeza mempunyai julat nilai pH di antara 3.39 hingga 3.42 dan tiada perbezaan yang signifikan bagi pH semasa penyimpanan pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  selama 2 minggu. Biasanya, jangka hayat jus atau minuman yang dipasteurkan adalah hampir 1 hingga 2 minggu jika disimpan dalam peti sejuk. Penambahan sedikit bahan asid untuk menurunkan pH dapat memanjangkan jangka hayat produk disebabkan kesan kepekatan asid yang menghalang mikroorganisma. Asid sitrik yang ditambah dapat meningkatkan rasa dan pH minuman lobak merah supaya kurang daripada 4. Selain itu, Yeom, Chism dan Zhang (2000) juga melaporkan tiada perubahan pH dalam jus oren yang dirawat dengan elektrik ( $35\text{kV}/\text{cm}$ ,  $59\mu\text{s}$ ) dan disimpan selama 112 hari pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  dan  $12^{\circ}\text{C}$ .

### **3.3 Kandungan asid askorbik**

Jadual 3 menunjukkan purata kandungan asid askorbik di dalam minuman jus jambu batu merah. Hasil analisis menunjukkan sampel-sampel tersebut mempunyai kandungan asid askorbik dalam lingkungan  $15.19 \pm 0.677\text{mg}/100\text{g}$  hingga  $17.44 \pm 0.191\text{mg}/100\text{g}$ . Hasil analisis statistik menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang signifikan ( $p > 0.05$ ) di antara sampel GR1, GR2, GR3, GK1 dan GK2 tetapi terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) dengan GC dan GK3. Sampel kawalan mempunyai kandungan asid askorbik paling rendah berbanding sampel yang mengandungi serbuk rumpai laut dan karagenan. Oleh itu, kandungan karagenan dan serbuk rumpai laut berupaya mengurangkan kehilangan kandungan asid askorbik dalam minuman jus jambu batu merah. Puri jambu batu merah yang digunakan dalam penghasilan minuman jus jambu batu merah adalah  $49.93\text{mg}/100\text{ml}$ . Menurut Salimah et al. (2015), puri jambu batu merah mengandungi asid askorbik antara  $56.33\text{mg}/100\text{ml}$ - $57.19\text{mg}/100\text{ml}$

dan kandungan asid askorbik adalah tinggi apabila ditambah gam arab dan gam xanthan. Ini kerana apabila penstabil adalah tinggi menyebabkan daya tarikan partikel-partikel koloid semakin tinggi sehingga ruang untuk oksigen bebas semakin sedikit lalu mengurangkan kemusnahan asid askorbik.

Kandungan asid askorbik yang didapati dalam sampel ini adalah lebih tinggi berbanding dengan nilai kandungan asid askorbik jus jambu batu merah yang dipasteurkan pada suhu 75°C/12.9 saat dan 85°C/12.1 saat masing-masing adalah 8.13 mg/100g dan 6.65 mg/100g (Zainal, 2000). Manakala Brito, Siqueira, Souza dan Bolini (2009) membuktikan jus jambu merah bagi sampel komersial yang diperolehi dari Timur Laut Brazil mengandungi asid askorbik 8.6±0.1 mg/100g hingga 9.7±0.1 mg/100g. Perbezaan kandungan asid askorbik ini mungkin disebabkan kaedah pemprosesan, penyimpanan dan jenis pembungkus yang digunakan. Menurut Thaipong, Boonprakob, Crosby dan Byrne (2006), jambu batu merupakan buah-buahan yang tinggi kandungan asid askorbik iaitu sebanyak 50 hingga 300mg/100g berbanding buah oren dalam julat 48.9-63.7mg/100g dan pic 3.6-12.6mg/100g (Rapisarda, Bianco, Pannuzoo & Timpoanora, 2008).

**Jadual 3:** Kesan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut terhadap kandungan asid askorbik (mg/100g) minuman jus jambu batu merah

Sampel	Asid askorbik (mg/100g)				
	Tempoh penyimpanan				
	Hari 0	Hari 2	Hari 4	Hari 8	Hari 14
GC	15.19±0.677 <sup>cA</sup>	12.74±0.638 <sup>cB</sup>	11.98±0.474 <sup>bB</sup>	10.78±0.490 <sup>bC</sup>	9.60±0.632 <sup>cD</sup>
GR1	17.17±0.347 <sup>aA</sup>	14.65±0.508 <sup>abB</sup>	14.01±0.714 <sup>aBC</sup>	13.33±0.551 <sup>aCD</sup>	12.45±0.360 <sup>aD</sup>
GR2	17.32±0.317 <sup>aA</sup>	14.89±0.081 <sup>abB</sup>	13.88±0.090 <sup>aC</sup>	12.80±0.551 <sup>aD</sup>	12.45±0.360 <sup>aE</sup>
GR3	17.44±0.191 <sup>aA</sup>	15.14±0.346 <sup>bB</sup>	14.15±0.090 <sup>aC</sup>	13.59±0.112 <sup>aD</sup>	12.64±0.322 <sup>aD</sup>
GK1	17.16±0.639 <sup>aA</sup>	15.51±0.937 <sup>aB</sup>	13.88±0.563 <sup>aC</sup>	12.85±0.793 <sup>aCD</sup>	12.51±0.517 <sup>aD</sup>
GK2	16.6±0.418 <sup>abA</sup>	14.88±0.763 <sup>abB</sup>	13.76±0.617 <sup>aC</sup>	12.82±0.110 <sup>aC</sup>	10.95±0.798 <sup>bE</sup>
GK3	16.18±0.432 <sup>bA</sup>	14.25±0.607 <sup>bB</sup>	12.12±0.571 <sup>bC</sup>	11.07±0.970 <sup>bCD</sup>	10.37±0.927 <sup>bCD</sup>

Nota: Jadual menunjukkan nilai purata ± sisihan piawai daripada replikasi eksperimen, n=3;

GC - Minuman jus jambu batu mengandungi 0 % serbuk rumpai laut & karagenan

GR1 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.10 % serbuk rumpai laut

GR2 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.15 % serbuk rumpai laut

GR3 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.20 % serbuk rumpai laut

GK1 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.10 % serbuk karagenan

GK2 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.15 % serbuk karagenan

GK3 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.20 % serbuk karagenan

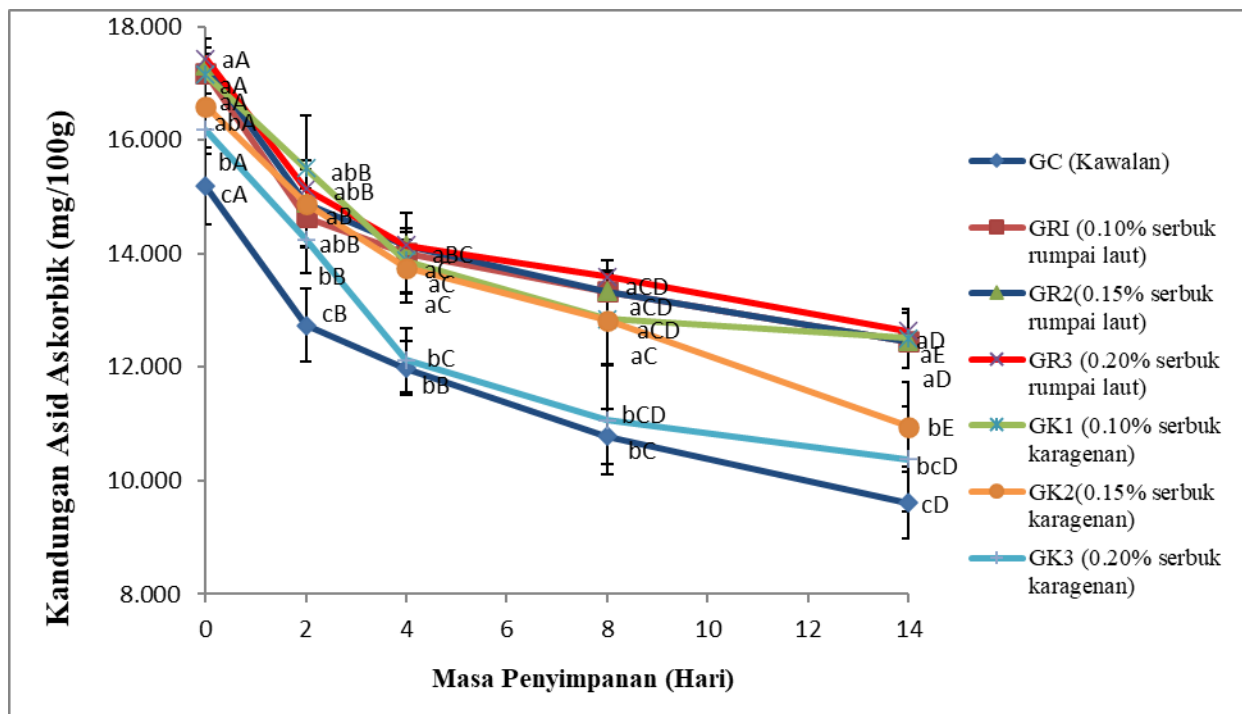
a-c : Abjad yang berbeza pada lajur yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan (p<0.05) antara sampel

A-E: Abjad yang berbeza pada baris yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan (p<0.05) bagi tempoh penyimpanan

Zainal (2000) melaporkan kandungan asid askorbik dalam minuman jus jambu batu yang dipasteurkan pada suhu 75°C/12.9 saat dan 85°C/12.1 saat serta disimpan pada suhu 5°C menyebabkan penurunan kandungan asid askorbik masing-masing adalah 10.86% dan 5.94%. Keputusan ini menunjukkan kehilangan asid askorbik boleh melalui pempasteuran pada

suhu tinggi dalam masa yang singkat. Kadar penurunan asid askorbik semasa penyimpanan minuman jus jambu batu merah yang dipasteurkan pada suhu 85°C adalah rendah berbanding yang dipasteurkan pada suhu 75°C. Ini disebabkan lebih banyak oksigen yang larut disingkirkan semasa pempasteuran pada suhu tinggi maka pengoksidaan asid askorbik semasa penyimpanan boleh dikurangkan (MAFF, 1985).

Merujuk Rajah 3, terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) pada kandungan asid askorbik sampel semasa tempoh penyimpanan pada suhu 4°C. Sampel GR1, GR2, GR3 dan GK1 mempunyai kandungan asid askorbik yang tinggi berbanding sampel GK2, GK3 dan GC selepas 14 hari penyimpanan. Kandungan asid askorbik semua sampel sepanjang penyimpan selama 14 hari pada suhu 4°C adalah dalam julat 9.60±0.632 hingga 12.64±0.322. Kehilangan asid askorbik bagi semua sampel adalah antara julat 27.08% hingga 36.74%. Didapati GC mengalami kehilangan kandungan asid askorbik paling tinggi sebanyak 36.74% bagi berbanding sampel yang lain. Ini menunjukkan kehadiran serbuk rumpai laut dan karagenan dapat mengurangkan kehilangan asid askorbik semasa penyimpanan.



Nota: Graf menunjukkan nilai purata ± sisihan piawai daripada replikasi eksperimen,  $n=3$ ;  
 a-c : Abjad yang berbeza pada lajur yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) antara sampel.  
 A-B : Abjad yang berbeza pada baris yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) bagi tempoh penyimpanan.

**Rajah 3:** Perubahan kandungan asid askorbik minuman jus jambu batu merah yang mengandungi serbuk karagenan dan serbuk

Kehilangan asid askorbik semasa penyimpanan adalah sama dengan kajian lain. Padula dan Rodriguez-Amaya (1987) membuktikan penurunan kandungan asid askorbik adalah 36% bagi jus jambu batu yang disimpan pada suhu 4°C selama 210 hari. Silva, Maia, Sousa, Figueiredo Costa dan Fonseca (2010) menyatakan penurunan asid askorbik adalah 35% bagi jus jambu batu

yang disimpan selama 250 hari pada suhu 25°C. Ordóñez-Santos dan Vázquez-Riascos (2010) melaporkan kandungan asid askorbik nektar jambu batu dikekalkan sebanyak 46% semasa penyimpanan selama 120 hari. Kehilangan yang besar dalam nektar jambu batu kerana kehadiran oksigen bebas dan sisa oksigen dalam nektar yang menyebabkan proses pengoksidaan.

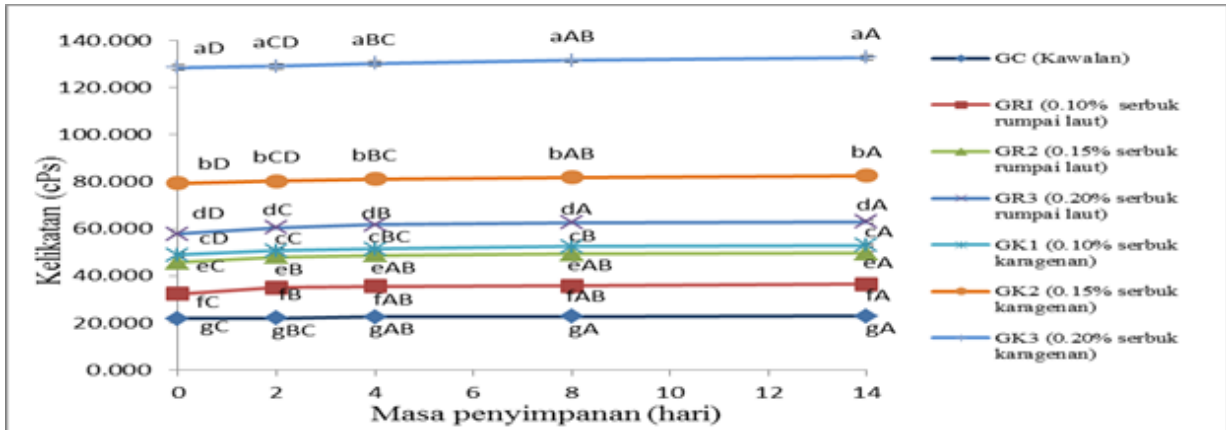
Zainal (2000) melaporkan penyimpanan minuman jus jambu batu merah pada suhu 5°C adalah diperlukan untuk menghalang kehilangan asid askorbik. Kajian juga menunjukkan suhu yang tinggi mempengaruhi kehilangan asid askorbik semasa penyimpanan. Kadar kehilangan kandungan asid askorbik dalam minuman jus adalah tinggi apabila disimpan pada suhu bilik berbanding suhu 5°C.

### **3.4 Keputusan kelikatan dalam minuman jus jambu batu merah**

Rajah 4 menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) bagi semua sampel terhadap kelikatan. Pertambahan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut menyebabkan perubahan pada kelikatan sampel. Kelikatan paling tinggi adalah sampel GK3 di mana peratusan karagenan yang digunakan adalah 0.2% iaitu  $128.535 \pm 0.942$  cPs berbanding GC hanya  $21.888 \pm 0.103$  cPs. Ini menunjukkan pertambahan hidrokoloid seperti serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut menyebabkan perubahan pada kelikatan jus. Pertambahan serbuk rumpai laut menjadikan kelikatan sampel lebih rendah berbanding sampel yang ditambah dengan karagenan. Perbezaan kelikatan yang ketara dapat dilihat bagi semua sampel terutama bagi sampel yang mengandungi karagenan. Ini mungkin disebabkan karagenan mempunyai purata jisim molekul relatif melebihi 100kDa (Necas & Bartosikova, 2013).

Menurut Liang, Hu, Ni, Wu, Chen dan Liao (2006), kesan hidrokoloid boleh meningkatkan kelikatan jus lobak merah yang ditambah gam guar, karboksil metil selulosa, gam xantan dan gam gellen. Ini kerana kelikatan bagi hidrokoloid biasanya meningkat dengan berat molekul yang tinggi. Kelikatan sampel yang ditambah gam xantan adalah paling tinggi yang mana berat molekul adalah tinggi berbanding gam lain.

Menurut Yaseen, Herald, Aramouni dan Alavi (2005), pertambahan peratusan kargenan iaitu dari 0.05% kepada 0.1% telah meningkatkan kelikatan pada larutan karagenan sebanyak 12.46 mPa s berbanding sebelumnya hanya 7.39mPa s. Manakala Zunairah (2010) melaporkan kelikatan jus tropika yang mengandungi campuran jambu batu merah, tembikai dan belimbing serta bahan penstabil (karagenan dan gam arab) adalah dalam julat 2.73 hingga 24.99 cPs.



Nota: Graf menunjukkan nilai purata ± sisihan piawai daripada replikasi eksperimen, n=3; a-g : Abjad yang berbeza pada lajur yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) antara sampel. A-D : Abjad yang berbeza pada baris yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) bagi tempoh penyimpanan.

**Rajah 4:** Perubahan kelikatan minuman jus jambu batu merah yang mengandungi serbuk rumpai laut dan karagenan semasa

Merujuk Rajah 4 terdapat perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) pada kelikatan minuman jus jambu batu merah semasa penyimpanan selama 14 hari pada suhu 4°C. Ini menunjukkan kandungan pektin yang terdapat dalam minuman jus jambu batu merah berupaya meningkatkan kelikatan sampel semasa penyimpanan. Selain itu, kehadiran serbuk karagenan juga boleh meningkatkan kelikatan sampel.

Menurut Lamkey (2009), kappa karagenan mampu membentuk gel. Proses penggelan karagenan adalah berkaitan dengan pembentukan heliks dan biasanya membentuk gel halus dan rapuh. Kekuatan gel yang terbentuk oleh polisakarida dipengaruhi oleh kehadiran kation. Kadar kelikatan karagenan bergantung pada kepekatannya, suhu, jenis karagenan, berat molekul dan kehadiran struktur pepejal yang lain. Peningkatan kepekatan secara eksponen berlaku kerana sifat polimer garis lurus yang bercas atau polielektrolit.

**3.5 Keputusan warna dalam minuman jus jambu batu merah**

Jamilah (2011) menerangkan bahawa nilai stimulus  $L^*$  merujuk kepada kecerahan (0=hitam, 100=putih), nilai stimulus  $a^*$  mempunyai dua bermaksud iaitu + a (kemerahan) dan -a (kehijauan) serta nilai stimulus  $b^*$  mempunyai dua maksud iaitu +b (kekuningan) dan -b (kebiruan).

Keputusan kajian dalam Jadual 4 menunjukkan kesan penggunaan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut terhadap warna minuman jus jambu batu merah dari segi kecerahan ( $L^*$ ). Didapati tiada perbezaan signifikan ( $p > 0.05$ ) di antara sampel iaitu GR1, GR2, GR3, GK1, GK2, GK3 dan juga GC pada hari penyediaan sampel. Semasa tempoh penyimpan selama 14 hari didapati hanya GC menunjukkan perbezaan signifikan pada hari ke 8 dan ke 14 manakala sampel lain yang terdiri daripada GR1, GR2, GR3, GK1, GK2 dan GK3 tiada perbezaan signifikan ( $p > 0.05$ ). Nilai stimulus  $L^*$  bagi GC menurun sedikit sebanyak 3.1%. Ini menunjukkan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut tidak memberi kesan terhadap kecerahan warna dan boleh

mengekalkan nilai stimulus  $L^*$  semasa tempoh penyimpanan selama 14 hari pada suhu 4°C.

Menurut Zunairah (2010), jus tropika yang mengandungi campuran jambu batu merah, tembikai dan belimbing serta bahan penstabil (karagenan dan gam arab) menunjukkan nilai stimulus  $L^*$  adalah antara julat 31.97 hingga 35.97. Kajian ini mendapati gam arab menyebabkan warna sampel jus menjadi lebih gelap manakala karagenan yang digunakan tidak memberi kesan terhadap warna kecerahan sampel.

**Jadual 4:** Kesan serbuk rumpai laut dan serbuk karagenan terhadap  $L^*$  (kecerahan) minuman jus jambu batu merah semasa penyimpanan  
 $L^*$  (Kecerahan)

Sampel	Tempoh penyimpanan pada suhu 4°C				
	Hari 0	Hari 2	Hari 4	Hari 8	Hari 14
GC	48.22±0.465 <sup>aA</sup>	48.12±0.641 <sup>aA</sup>	48.03±0.685 <sup>aA</sup>	47.79±0.615 <sup>aAB</sup>	46.72±0.583 <sup>aB</sup>
GR1	47.37±0.684 <sup>aA</sup>	47.29±0.438 <sup>aA</sup>	47.13±0.948 <sup>aA</sup>	47.09±1.010 <sup>aA</sup>	46.28±0.207 <sup>aA</sup>
GR2	47.61±0.402 <sup>aA</sup>	47.48±0.180 <sup>aA</sup>	47.41±1.033 <sup>aA</sup>	47.30±1.049 <sup>aA</sup>	46.88±1.036 <sup>aA</sup>
GR3	48.57±0.623 <sup>aA</sup>	48.37±0.583 <sup>aA</sup>	48.15±1.075 <sup>aA</sup>	47.89±1.151 <sup>aA</sup>	47.11±1.018 <sup>aA</sup>
GK1	48.51±0.917 <sup>aA</sup>	48.27±0.408 <sup>aA</sup>	48.09±1.088 <sup>aA</sup>	48.04±0.929 <sup>aA</sup>	47.63±0.834 <sup>aA</sup>
GK2	47.88±0.976 <sup>aA</sup>	47.76±0.833 <sup>aA</sup>	47.64±0.822 <sup>aA</sup>	47.51±0.602 <sup>aA</sup>	46.88±1.009 <sup>aA</sup>
GK3	47.70±0.844 <sup>aA</sup>	47.55±0.675 <sup>aA</sup>	47.43±0.661 <sup>aA</sup>	47.40±0.660 <sup>aA</sup>	46.64±0.956 <sup>aA</sup>

Nota: Jadual menunjukkan nilai purata ± sisihan piawai daripada replikasi eksperimen, n=3;

GC - Minuman jus jambu batu mengandungi 0 % serbuk rumpai laut & karagenan

GR1 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.10 % serbuk rumpai laut

GR2 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.15 % serbuk rumpai laut

GR3 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.20 % serbuk rumpai laut

GK1 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.10 % serbuk karagenan

GK2 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.15 % serbuk karagenan

GK3 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.20 % serbuk karagenan

a : Abjad yang sama pada lajur yang sama menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ( $p>0.05$ ) antara sampel

A-B: Abjad yang berbeza pada baris yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p<0.05$ ) bagi tempoh penyimpanan

Jadual 5 menunjukkan tidak perbezaan signifikan ( $p>0.05$ ) bagi semua sampel iaitu GR1, GR2, GR3, GK1, GK2, GK3 dan GC. Semua sampel minuman jus jambu batu merah mempunyai nilai stimulus  $a^*$  dalam julat 4.89±0.479 hingga 5.08±0.510. Ini bermakna serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut tidak memberi kesan terhadap nilai stimulus  $a^*$  (kemerahan) bagi sampel. Semasa tempoh penyimpanan selama 14 hari pada suhu 4°C didapati semua sampel tiada perbezaan signifikan ( $p>0.05$ ). Ini kerana suhu yang rendah dapat mengekalkan warna sampel semasa penyimpanan.

**Jadual 5:** Kesan serbuk rumpai laut dan serbuk karagenan terhadap a\* (kemerahan) minuman jus jambu batu merah

Sampel	a* (kemerahan)				
	Tempoh penyimpanan pada suhu 4°C				
	Hari 0	Hari 2	Hari 4	Hari 8	Hari 14
GC	5.05±0.347 <sup>aA</sup>	4.95±0.352 <sup>aA</sup>	4.88±0.360 <sup>aA</sup>	4.84±0.326 <sup>aA</sup>	4.78±0.287 <sup>aA</sup>
GR1	4.97±0.527 <sup>aA</sup>	5.02±0.575 <sup>aA</sup>	5.04±0.663 <sup>aA</sup>	5.05±0.586 <sup>aA</sup>	5.10±0.702 <sup>aA</sup>
GR2	4.89±0.479 <sup>aA</sup>	4.83±0.439 <sup>aA</sup>	4.95±0.554 <sup>aA</sup>	4.97±0.360 <sup>aA</sup>	4.94±0.560 <sup>aA</sup>
GR3	5.06±0.531 <sup>aA</sup>	5.09±0.524 <sup>aA</sup>	5.11±0.515 <sup>aA</sup>	5.11±0.515 <sup>aA</sup>	5.22±0.527 <sup>aA</sup>
GK1	5.00±0.520 <sup>aA</sup>	5.09±0.641 <sup>aA</sup>	5.10±0.605 <sup>aA</sup>	5.12±0.670 <sup>aA</sup>	5.17±0.670 <sup>aA</sup>
GK2	5.06±0.427 <sup>aA</sup>	5.10±0.535 <sup>aA</sup>	5.17±0.577 <sup>aA</sup>	5.19±0.646 <sup>aA</sup>	5.24±0.569 <sup>aA</sup>
GK3	5.08±0.510 <sup>aA</sup>	5.12±0.459 <sup>aA</sup>	5.14±0.543 <sup>aA</sup>	5.19±0.604 <sup>aA</sup>	5.25±0.560 <sup>aA</sup>

Nota: Jadual menunjukkan nilai purata ± sisihan piawai daripada replikasi eksperimen, n=3;

GC - Minuman jus jambu batu mengandungi 0 % serbuk rumpai laut & karagenan

GR1 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.10 % serbuk rumpai laut

GR2 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.15 % serbuk rumpai laut

GR3 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.20 % serbuk rumpai laut

GK1 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.10 % serbuk karagenan

GK2 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.15 % serbuk karagenan

GK3 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.20 % serbuk karagenan

a : Abjad yang sama pada lajur yang sama menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ( $p > 0.05$ ) antara sampel.

A: Abjad yang sama pada baris yang sama menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) bagi tempoh penyimpanan.

Zunairah (2010) melaporkan, jus tropika yang mengandungi campuran jambu batu merah, tembikai dan belimbing serta bahan penstabil (karagenan dan gam arab) menunjukkan peningkatan warna berbanding sampel kawalan. Ini disebabkan kehadiran kandungan hidrokoloid dan kandungan buah jambu batu merah serta tembikai boleh meningkatkan keamatan warna merah. Kajian Cheng *et al.* (2007) menunjukkan jus jambu batu mempunyai nilai a\* pada produk berada dalam julat -0.01 hingga 0.16. Ini menunjukkan penggunaan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut tidak memberi kesan terhadap nilai stimulus a\* (kemerahan) bagi sampel dan semasa penyimpanan.



**Jadual 6:** Kesan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut terhadap b\* (kekuningan) minuman jus jambu batu merah.

Sampel	Tempoh penyimpanan pada suhu 4°C				
	Hari 0	Hari 2	Hari 4	Hari 8	Hari 14
GC	8.94±0.191 <sup>aA</sup>	9.06±0.518 <sup>aA</sup>	8.79±0.699 <sup>aA</sup>	8.72±0.684 <sup>aA</sup>	8.77±0.684 <sup>aA</sup>
GR1	8.78±0.866 <sup>aA</sup>	8.57±0.734 <sup>aA</sup>	8.35±0.848 <sup>aA</sup>	8.20±0.460 <sup>aA</sup>	8.47±0.460 <sup>aA</sup>
GR2	8.92±0.855 <sup>aA</sup>	8.74±0.890 <sup>aA</sup>	8.41±0.45 <sup>aA</sup>	8.31±0.500 <sup>aA</sup>	8.46±0.611 <sup>aA</sup>
GR3	9.20±0.954 <sup>aA</sup>	8.78±0.978 <sup>aA</sup>	8.70±0.918 <sup>aA</sup>	8.61±0.817 <sup>aA</sup>	8.70±0.817 <sup>aA</sup>
GK1	9.55±0.375 <sup>aA</sup>	9.45±0.731 <sup>aA</sup>	9.11±0.405 <sup>aA</sup>	9.08±0.445 <sup>aA</sup>	9.30±0.609 <sup>aA</sup>
GK2	9.29±0.855 <sup>aA</sup>	8.88±0.599 <sup>aA</sup>	8.85±0.951 <sup>aA</sup>	8.66±0.677 <sup>aA</sup>	9.11±0.407 <sup>aA</sup>
GK3	9.22±0.937 <sup>aA</sup>	8.93±0.898 <sup>aA</sup>	8.72±0.940 <sup>aA</sup>	8.64±0.713 <sup>aA</sup>	9.18±0.456 <sup>aA</sup>

Nota: Jadual menunjukkan nilai purata ± sisihan piawai daripada replikasi eksperimen, n=3;

GC - Minuman jus jambu batu mengandungi 0 % serbuk rumpai laut & karagenan

GR1 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.10 % serbuk rumpai laut

GR2 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.15 % serbuk rumpai laut

GR3 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.20 % serbuk rumpai laut

GK1 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.10 % serbuk karagenan

GK2 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.15 % serbuk karagenan

GK3 - Minuman jus jambu batu mengandungi 0.20 % serbuk karagenan

a: Abjad yang sama pada lajur yang sama menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ( $p > 0.05$ ) antara sampel.

A: Abjad yang sama pada baris yang sama menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ) bagi tempoh penyimpanan.

Merujuk Jadual 6, didapati nilai stimulus b\*(kekuningan) pada minuman jus jambu batu merah adalah tiada perbezaan signifikan ( $p > 0.05$ ) bagi semua sampel. Semua sampel minuman jus jambu batu merah mempunyai nilai stimulus b\* dalam julat 8.78±0.866 hingga 9.55±0.375. Ini menunjukkan penambahan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut terhadap sampel tidak memberi kesan terhadap nilai stimulus b\* (kekuningan). Semasa tempoh penyimpan selama 14 hari pada suhu 4°C didapati semua sampel tiada perbezaan signifikan ( $p > 0.05$ ). Ini membuktikan penyimpanan sampel pada suhu yang rendah tidak memberi kesan terhadap nilai stimulus b\*.

Menurut Cheng et al. (2007) nilai stimulus b\* dalam jus jambu batu adalah dalam julat 5.56 hingga 6.40. Manakala Zunairah (2010) menyatakan stimulus b\* dalam julat -5.46 hingga -3.95 bagi jus tropika. Minuman jus jambu batu merah dalam kajian ini mempunyai warna kekuningan yang lebih tinggi berbanding kajian yang dilakukan oleh Cheng et al. (2007) dan Zunairah (2010).

#### 4.0 Kesimpulan

Penambahan serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut tidak memberi kesan terhadap ciri-ciri fizikokimia bagi pH, kandungan pepejal terlarut (°Brix) dan warna. Ini kerana nilai bagi pH, kandungan pepejal terlarut (°Brix) dan warna tidak signifikan ( $p > 0.05$ ) sepanjang tempoh penyimpanan selama 14 hari dalam suhu 4°C. Terdapat perbezaan yang signifikan terhadap kandungan

asid askorbik semasa tempoh penyimpanan pada suhu 4°C. Ini menunjukkan penggunaan serbuk karagenan dan serbuk rumpai dapat mengurangkan kehilangan kandungan asid askorbik. Semakin tinggi peratus serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut dimasukkan dalam minuman jus jambu batu merah, kelikatan jus semakin meningkat. Kelikatan jus amat tinggi apabila menggunakan karagenan berbanding serbuk rumpai laut walaupun peratus yang digunakan adalah sama. Dicadangkan penggunaan peratus serbuk karagenan perlu dikurangkan kerana julat 0.15%-0.20% menghasilkan jus yang sangat likat. Selain itu, ujian sensori terhadap minuman jus jambu batu yang mengandungi serbuk karagenan dan serbuk rumpai laut perlu dijalankan untuk mengetahui penerimaan pengguna terhadap minuman jus ini.

## **Rujukan**

- Aufa, M.R., Putranto, W.S., & Balia, R.L. (2020). Pengaruh Penambahan Konsentrasi Jus Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) terhadap Kadar Asam Laktat, Vitamin C, dan Akseptabilitas Set Yogurt. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(1),8-16.
- AOAC (2000) *Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists*. USA :Gaithersburg.
- Askar, A. & Treptow, H. (1993). *Quality assurance in tropical fruit processing*. Germany : Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Ashurat, P.R. (1999). *Production and packaging of non-carbonated fruit juices and fruit beverages*. Gaithersburg: Aspen Publication.
- Basito, Yudhistira, B. & Meriza, D.A. (2018). Kajian Penggunaan Bahan Penstabil Cmc (*Carboxil Methyl Cellulosa*) Dan Karagenan Dalam Pembuatan Velva Buah Naga Super Merah (*Hylocereus Costaricensis*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 10:01
- Bates, R.P., Morris, J. R. & Crandall, P.G. (2001). *Principles and practise of small and medium-scale fruit juice processing*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bhat, R., Suhaida, A., Han, C.V., Karim, A.A. & Liong, M.T. (2011). Quality attributes of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) juice treated with ultraviolet radiation. *Journal Food Chemistry* 127:641-644
- Brito, C.A.K.D., Siqueira, P.B., Souza, J.C.D. & Bolini, H.M. (2009). *In vitro antioxidant capacity, phenolic, ascorbic acid and lycopene content of guava (*Psidium guajava* L.) juice and nectars*. B.Ceppa, Curitiba 27(2):175-182.

- Cheng, L.H., Soh, C.Y., Liew, S.C. & Teh, F.F. (2007). Effect of sonication and carbonation on guava juice quality. *Journal of Food chemistry*, 104, 1396-1401.
- FAO.(2016). *FAO Yearbook 2014: Fishery and Aquaculture Statistics*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Genovese, D.B. & Lozano, J.E. (2001). The effect of hydrocolloids on the stability and viscosity of cloudy apple juices. *Journal of Food Hydrocolloids*, 15,1-7.
- Ibrahim, G.E, Hassan, I.M., Abd-Elrashid, A.M., El-Massry, K.F., Eh-Ghorab Ramadan, M.M. & Osman, F. (2011). Effect of clouding agents on the quality of apple juice during storage. *Food Hydrocolloids*, 25,91-97.
- Jiao, G., Yu, G., Zhang, J., Ewart, H.S. (2011). Chemical Structures and Bioactivities of Sulfated Polysaccharides from Marine Algae. *Marine Drugs*, 9(2),196–223.
- Kaanane, A., Kane, D. & Labuza, T.P. (1988). Time and temperature effect on stability of Moroccan processed orange juice during storage. *Journal of Food Science*, 53, 1470–1473.
- Lamkey, J.W. (2009). *Nonstarch Hydrocolloids Dlm. Torte, R. (pnyt.) Ingredients in meat products : properties, functionality and applications*. hlm. 57-83 USA : Springer Science and Business Media.
- Liang, C., Hu, X., Ni, Y., Wu, J., Chen, F. & Liao, X. (2006). Effect of hydrocolloids on pulpa sediment, white sediment, turbidity and viscosity of reconstituted carrot juice. *Food hydrocolloids*, 20,1190-1197.
- Lim Y.Y., Lim T.T & Tee J.J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits : a comparative study. *Journal Food Chemistry*, 103,1003-1008
- MAFF (Ministry of Agricultural, Fisheries and Food) (1985). *Manual of Nutrition*, 9th ed., HMSO London:UK.
- Martin, J.J., Solanes, E., Bota, E. & Sancho, J. (1995). Evolución química y organoléptica del zumo de naranja pasterizado. *Alimentaria*, 59–63.
- Mirhosseini H., Tan C.P., Hamid N.S.A. & Yusof S. (2008). Effect of Arabic gum, xanthan gum and orange oil contents of  $\zeta$ -potential, conductivity, stability, size index and pH of orange beverage emulsion. *Journal Colloids and surfaces A:Physicochemical Engineering Aspects*, 315,47-56.
- Muhamad N.F.H., Wan Zainon W.N.Z., Mohamad N.I., Kormin S, Mohd Akhir N., Ali M.S. & Md Najib N. (2016). Pemprosesan minuman jus tembikai. *Buletin Teknologi MARDI* 10, 91-97.

- Muchlisah. 2012. *Studi Proses Produksi Karaginan Murni (Refine carrageenan) Dari Rumpun Laut Eucheuma cottonii Secara Ohmic: Pengaruh Lama Ekstraksi Dan Suhu Alkalisasi. Skripsi*. Program Studi Keteknikan Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar: Makassar.
- Necas, J. & Bartosikova, L. (2013). Carrageenan: a review. *Veterinari Medicina*, 58(4),187-205.
- Nor Hidayah Ismail, Salma Mohamad Yusop, Abdul Salam Babji & Mohamad Yusof Maskat (2018). Kesan Penambahan Kappaphycus alvarezii, Gelatin Ikan dan Gelatin Kaki Ayam terhadap Ciri-ciri Kualiti Sosej Ayam. *Sains Malaysiana*, 47(6), 1157–1165
- Normah, O & Nazirah, I. (2003). Production of semi-refined carrageenan from locally available red seaweed, *Eucheuma cottoni* on a laboratory scale. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 31(2), 207-213.
- Okoth, M.W., Kaahwa, A.R. & Imungi J.K. (2000). The effect of homogenisation, stabiliser and amylase on cloudiness of passion fruit juice. *Journal Food Control*, 11,305-311.
- Ordóñez-Santos, L.E. & Vázquez-Riascos, A. (2010). Effect of processing and storage time on the vitamin C and lycopene content of nectar of pink guava (*Psidium guajava* L.). *Archivos Latinoamericanos De Nutricion*, 60(3),280-284.
- Padula, M. & Rodriguez-Amaya, D.B. (1986). Characterisation of the carotenoids and assessment of the vitamin A value of Brazilian guavas (*Psidium guajava* L.) *Food Chemistry*, 20(1),11–19.
- Penna, A.L.B., Oliveira, M.N. & Tamime, A.Y. (2003). Influence of carrageenan and total solids content on the rheological properties of lactic beverage made with yogurt and whey. *Journal of Texture Studies*, 34,95-113.
- Prajapati, S.T. & Patel, L.D. (2007). Carrageenan: a naturally occurring routinely used excipient. *Pharmaceuticals reviews*, 5(1).
- Prajapati, V.D., Maheriya P.M., Jani, G.K. & Solanki H.K. (2014). Carrageenan: A natural seaweed polysaccharide and its applications. *Carbohydrate Polymers*, 105,97-112.
- Prihastuti, D. & Abdassah, M. (2019). Karagenan dan Aplikasinya di Bidang Farmasetik. *Majalah Farmasetika*, 4 (5) ,146-154.

- Ramadani, D.T., Dari, D.W. & Aisah (2020). Daya Terima Permen Jelly Buah Pedada (*Sonneratia Caseolaris*) dengan Penambahan Karagenan. *Jurnal Akademika Baiturrahim Jambi*, 9, 1
- Rapisarda, P., Bianco, M., Pannuzoo, P. & Timpoanora, N. (2008). Effect of cold storage on vitamin C, phenolic and antioxidant activity of five orange genotypes [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. *Postharvest Biology and Technology*, 49, 348-354.
- Rivas, A., Rodrigo, D., Martinez, A., Barbosa-Canovas, G.V. & Rodrigo, M. (2006). Effect of PEF and heat pasteurization on the physical-chemical characteristics of blended orange and carrot juice. *LWT-Food Science and Technology*, 39, 1163-1170.
- Salimah, D.M., Lindriati, T. & Purnomo, B.H. (2015). Sifat Fisik Dan Kimia Puree Jambu Biji Merah (*Psidium Guajava* L.) Dengan Penambahan Gum Arab Dan Gum Xanthan. *Jurnal Agroteknologi*, 9 (02)
- Shamsudin, R. Mohamed, I.O. & Mohd Yaman N.K. (2005). Thermophysical properties of Thai seedless guava juice as affected by temperature and concentration. *Journal of Food Engineering*, 66, 395-399.
- Silva, D.S. Maia, G.A., Sousa, P.H.M., Figueiredo R.W., Costa, M.C & Fonseca, A.V.V. (2010). Stability of bioactive compounds of sweetened tropical guava juice obtained by hot fill and aseptic processes. *Science Technology Aliment*, 30(1), 237-243.
- Sinchaipanit, P. & Kerr, W.L. (2007). Effect of reducing pulp-particles on the physical properties of carrot juice. *ASEAN Food Journal*, 14(3), 205-214.
- Souci, S.W., Fachmann, W. & Kraut, H. (1986). *Food Composition and Nutrition Tables 1986/87*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Thakur V.K & Thakur M.K. (2016). *Handbook of Polymers for Pharmaceutical Technologies Volume 4*. New Jersey : John Wiley & Sons.
- Thaipong, K. Boonprakob, U., Crosby, K., C.Z. & Byrne, D.H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 669-675.
- Venugopal, V. (2011). *Marine Polysaccharides Food Applications*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Weerasekara, W.M.R.A.B., Rathnayaka, R.M.U.S.K. & Saranandha, K.H. (2012). Preparation of ready-to-serve beverage from tropical almond (*Terminalia Cattappa*) fruit pulp. *Tropical Agricultural Research & Extension* 15(4).

- Widjaja, W.P., Sumartini & Salim K.N.(2019). Karakteristik Minuman Jeli Ikan Lele (*Clarias Sp.*) Yang Dipengaruhi Oleh Pemanis Dan Karagenan *Pasundan Food Technology Journal*, 6 (1).
- Wolyna, P., Hin, W.M., Munsu, E. & Ab Wahab, N. (2017). Effects of addition of *Kappaphycus alvarezii* on physicochemical properties and lipid oxidation of mechanically deboned chicken meat (MDCM) sausages. *British Food Journal*, 119(10), 2229-2239.
- Vanket, R. Heber, D. Truscott, G,T.( 2000). Lycopene jambu biji merahoes and Health. *Journal of Nutrition*, 1,1476-1496
- Yaseen, E.I., Herald, T.J. Aramouni, F.M. & Alavi, S. (2005). Rheological properties of selected gum solutions. *Food Research International* ,38, 111-119.
- Yeom, H.W., Chism, C. & Zhang, Q.H. (2002). Inactivation of pectinmethylesterase in orange juice by pulsed electric field. *Food Engineering and Physical Properties*, 67(6),2154–2159.
- Zainal, B.S., Abdul Rahman, R., Ari, A. B., Saari, B.N., & Asbi, B.A. (1997). 'Consistency coefficient and flow behaviour index of pink guava juice as a function of temperature at different total soluble solids'. In *the sixth ASEAN food conference*, Singapore.
- Zainal Samicho (2000). Determination of heat transfer coefficient and quality characteristics of pasteurised pink guava (*Psidium Guajava L.*, variety beaumont-30) juice drink with different brix. Tesis Sarjana Doktor Falsafah, Fakulti Sains Makanan dan Bioteknologi, Universiti Putra Malaysia.
- Zunairah Abdul Ghani (2011). Penggunaan gam arab dan karagenan sebagai penstabil jus buah tropika. Tesis Sarjana, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia.