

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Minuman Isotonik

Minuman isotonik menurut BSN (1998) adalah salah satu produk minuman ringan karbonasi atau non karbonasi untuk meningkatkan kebugaran, yang mengandung gula, asam sitrat dan mineral. Kata isotonik biasanya sering digunakan untuk larutan atau minuman yang memiliki nilai osmolalitas yang mirip dengan cairan tubuh, yaitu sekitar 280 mOsm/kg H₂O. Minuman isotonik juga dapat dikatakan *sport drink* karena minuman ini berfungsi untuk mengganti cairan dan garam tubuh serta memberikan energi ketika melakukan aktivitas (Panigoro dkk., 2015).

Selama melakukan aktivitas fisik seperti bekerja dan berolahraga, maka pada saat itu pula terjadi kehilangan energi, air dan mineral oleh tubuh. Air dan elektrolit hilang bersama air seni dan keringat yang dapat menyebabkan dehidrasi. Karbohidrat digunakan sebagai sumber energi. Bila energi yang diasup sedikit maka tubuh akan mengambil cadangan karbohidrat di dalam tubuh yaitu glikogen. Glikogen akan dipecah menjadi glukosa dan asam laktat. Keadaan ini akan menyebabkan defisit energi dan kelelahan kronis (Murray dan Stofan, 2001). Minuman isotonik diperlukan karena dapat mengatasi masalah tersebut karena mampu menggantikan cairan tubuh dengan cepat karena mengandung elektrolit yang dibutuhkan tubuh, memiliki osmolalitas yang sesuai dengan tekanan osmotik tubuh (Ariviani, 2017) dan memberi energi ketika sedang melakukan aktivitas (Lempoy dkk., 2020).

Cairan tubuh selain mengandung air juga mengandung bahan lain yang diperlukan tubuh seperti elektrolit. Cairan tubuh mengandung elektrolit yang terdiri dari kation dan anion. Kation utama dalam cairan tubuh manusia adalah natrium (Na⁺) dan kalium (K⁺), sedangkan anion utama adalah klorida (Cl⁻). Keseimbangan cairan dan elektrolit berarti adanya distribusi yang normal dari air tubuh total dan elektrolit ke dalam seluruh bagian tubuh. Cairan tubuh yaitu air dan elektrolit dieksresikan tubuh melalui keringat, dan *urine*. Dehidrasi atau kekurangan cairan dalam tubuh menyebabkan penurunan fungsi jaringan dan organ tubuh (Hardisman, 2015).

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh. Setiap 1 g karbohidrat menghasilkan 4 kkal energi. Kebutuhan karbohidrat berkisar antara 55%-

75% dari total konsumsi energi (Rahayu dkk., 2020). Minuman isotonik mengandung karbohidrat yang dibutuhkan dalam memenuhi kebutuhan energi dalam tubuh. Karbohidrat dalam minuman isotonik memiliki efek fisiologis yaitu sebagai memenuhi kebutuhan energi dan karakter organoleptik yaitu sebagai pemberi rasa manis. Secara komersial jenis karbohidrat yang sering digunakan adalah sukrosa, glukosa, fruktosa, maltosa dan maltodextrin (Riyana, 2008).

Mineral adalah unsur kimia yang diperlukan tubuh dan berada dalam bentuk elektrolit anion dan kation. Natrium dan kalium merupakan mineral makro yaitu mineral yang dibutuhkan lebih dari >100 mg/hari. Kalium merupakan kation utama di dalam sel (cairan intraseluler), mempertahankan tekanan osmotik dan memelihara keseimbangan asam basa dalam tubuh. Kalium juga berperan dalam transmisi impuls saraf, pelepasan insulin dari pankreas, dan bersama magnesium berperan sebagai pelemas atau pengendor otot. Natrium merupakan kation utama diluar sel (cairan ekstraseluler) yang menimbulkan tekanan osmotik untuk menjaga agar air tidak keluar dari darah dan masuk ke dalam sel. Tekanan osmotik ini menyeimbangkan tekanan yang sama seperti yang ditimbulkan oleh kalium di dalam sel yang menjaga agar air tetap berada di dalam sel. Ketika kondisi normal, tubuh dapat menjaga keseimbangan natrium di luar sel dan kalium di dalam sel serta menjaga keseimbangan air. Penyerapan natrium dan kalium terjadi di usus halus. Ekskresi asupan kalium dari makanan terjadi melalui *urine* dan feses (Azrimaidaliza dkk., 2020).

Minuman isotonik memiliki 2 aspek manfaat sebagai produk pangan yaitu manfaat bagi kesehatan (*efication*) dan penerimaan konsumen (aspek sensori). Bila ditinjau dari sistem produksi pangan, maka minuman isotonik merupakan minuman yang sederhana, karena hanya terdapat aspek pencampuran antara air, mineral (elektrolit) dan karbohidrat. Pada sudut pandang ini, minuman isotonik tidak berbeda dengan oralit yang memiliki manfaat kesehatan (mengatasi dehidrasi). Minuman isotonik bukanlah obat yang terpaksa diminum tetapi merupakan minuman yang diminum karena selain memiliki manfaat kesehatan (mengganti energi, cairan tubuh dan elektrolit yang hilang), tetapi juga tetap memiliki rasa yang enak (Hadi, 2006).

Syarat mutu minuman isotonik di Indonesia mengacu pada SNI 01-4452-1998, seperti disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Standar Mutu Minuman Isotonik

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	pH	-	Maks. 4,0
3	Total gula sebagai sukrosa	%	Min. 5
4	Mineral		
4.1	Natrium	mg/kg	Maks. 800-1000
4.2	Kalium	mg/kg	Maks.125-175
5.	Bahan tambahan makanan	-	Sesuai SNI 01-022-1995
6.	Cemaran logam:		
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3
6.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2,0
6.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 5,0
6.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
6.5	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40 (25,0*)
7	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1
8	Cemaran Mikroba		
8.1	Angka lempeng total	Koloni/mL	Maks. 2 x 10 ²
8.2	Coliform	APM/mL	< 3
8.3	Salmonella		Negatif
8.5	Khamir	Koloni/mL	Maks. 50

Sumber: BSN (1998)

Cairan isotonik dapat diperoleh dari minuman isotonik bermerk atau dapat secara alami. Minuman isotonik secara alami dapat diperoleh dari air kelapa. Minuman isotonik air kelapa memiliki komposisi mineral dan mengandung gula sehingga mempunyai kesetimbangan elektrolit yang mirip dengan cairan tubuh (darah), sekitar 280 mOsm/kg H₂O. Mineral-mineral yang terkandung dalam air kelapa antara lain K, Na, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu dan Se, dimana kalium memiliki kadar tertinggi dan diikuti natrium sebagai mineral dengan kadar tertinggi kedua (Prasetyo dkk., 2021).

Menurut Tai dkk. (2014) kandungan natrium dan kalium pada air kelapa, sebagai minuman isotonik, dapat menggantikan mineral tubuh yang hilang lewat keringat. Penggantian mineral membantu memulihkan tekanan osmotik plasma dan menjaga keseimbangan homeostatis tubuh dengan mempercepat penggantian cairan.

2. Kelapa

Kelapa yang dikenal dengan sebutan *coconut palm*, *coco palm* atau *coconut tree* merupakan tanaman tahunan, memiliki batang yang keras dan pada umumnya

tidak bercabang (monopodial) dan berakar serabut. Tanaman kelapa disebut sebagai “*the tree of life*” yang berarti pohon kehidupan karena memiliki peran dari aspek ekonomi maupun aspek sosial budaya karena semua bagian tanaman kelapa dapat dimanfaatkan bagi kepentingan manusia (Mardiatmoko dan Ariyanti, 2018).

Indonesia merupakan salah satu pemasok utama komoditas kelapa di pasar dunia. Pada tahun 2020, Indonesia memiliki luas areal produksi kelapa yang mencapai 3.396.800 Ha dengan produksi mencapai sebesar 2,78 Juta Ton. Produksi kelapa diusahakan di seluruh provinsi yang tersebar di sebagian besar Pulau Sumatera, Jawa, Sulawesi Utara, Gorontalo serta Kalimantan. Provinsi Kalimantan Barat menyumbang produksi kelapa sebesar 84.836 Ton (BPS, 2020).

Tata nama tumbuhan (taksonomi), kelapa diberi nama *Cocos nucifera*. Klasifikasi kelapa secara lengkap dari tingkat kingdom sampai spesies adalah sebagai berikut (Mardiatmoko dan Ariyanti, 2018):

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Class : Monocotyledonae
Ordo : Palmales
Familia : Palmae
Genus : Cocos
Species : *Cocos nucifera*

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan tanaman palma yang berumah satu (monokotil) dan mempunyai buah yang berukuran cukup besar. Batang tanaman ini tumbuh lurus ke atas dan tidak bercabang. dapat mencapai 10-14 m lebih. Daunnya berpelelah, panjangnya dapat mencapai 3-4 m lebih dengan sirip-sirip lidi yang menopang tiap helai. Buahnya terbungkus dengan serabut dan batok yang cukup kuat sehingga untuk memperoleh buah kelapa harus dikuliti terlebih dahulu. Pohon kelapa yang sudah besar dan subur dapat menghasilkan 2-10 buah kelapa setiap tangkainya (Rahmad, 2019). Gambar kelapa tersaji pada Gambar 1.

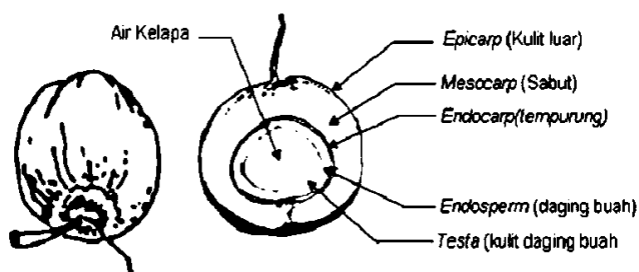


Gambar 1. Kelapa

Sebagai tanaman perkebunan, kelapa mempunyai beberapa varietas yang dapat dibudidayakan, yaitu kelapa dalam, kelapa genjah, dan kelapa hibrida. Kelapa dalam ditanam oleh banyak petani kelapa. Ciri-ciri varietas kelapa dalam yaitu batang tinggi dan besar, pangkal batang biasanya membesar, dan dapat tumbuh mencapai ketinggian 30 m atau lebih. Tanaman kelapa mulai berbuah lambat, pada umur 7-8 tahun setelah tanam. Umurnya bisa mencapai 100 tahun atau lebih (Pracaya dan Kahono, 2016).

1) Buah Kelapa

Buah kelapa merupakan bagian dari pohon kelapa yang paling banyak dipasarkan karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Buah kelapa mencapai ukuran maksimal sesudah berumur 9-10 bulan dengan berat 3-4 kg berisi cairan 0,3-0,4 liter (Mardiatmoko dan Ariyanti, 2018). Buah kelapa tersusun atas kulit luar, sabut, tempurung, kulit daging (testa), daging buah, dan air kelapa (Rahmad, 2019). Struktur buah kelapa tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Buah Kelapa
Sumber: BPTP Kaltim (2014)

Buah kelapa dalam pengolahan berbagai pangan, biasanya disesuaikan dengan jenis makanan yang akan diolah sehingga ada yang menggunakan buah kelapa muda, kelapa setengah matang dan kelapa matang/tua, karena perbedaan tingkat umur buah kelapa mempengaruhi komposisi buahnya (Barlina, 2007). Komposisi gizi buah kelapa berdasarkan tingkat umur buah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Gizi Buah Kelapa Segar pada Beberapa Tingkat Umur

Komposisi per 100 g bahan	Satuan	Tingkat kematangan		
		Muda	Setengah tua	Tua
Kalori	Kal	68,00	180,00	359,00
Protein	g	1,00	4,00	3,40
Lemak	g	0,90	15,00	34,70
Karbohidrat	g	14,00	10,00	24,00
Kalsium (Ca)	mg	7,00	8,00	21,00
Fosfor (P)	mg	30,00	55,00	98,00
Besi (Fe)	mg	1,00	1,30	2,00
Air	mL	83,00	70,00	46,90

Sumber: Depkes RI (2017)

Kategori umur buah kelapa 8-9 bulan tergolong muda, 10-11 bulan tergolong setengah tua, dan 12-13 bulan tergolong kelapa tua. Buah kelapa mencapai maturitas maksimal umur 12-13 bulan. Volume air kelapa mencapai maksimal pada umur 6-8 bulan, dan seiring bertambahnya umur buah kelapa, volume air makin berkurang digantikan dengan kernel yang makin keras dan tebal (Prades dkk., 2012).

2) Air Kelapa

Air kelapa adalah bagian dari endosperma yang ditemukan di dalam rongga kelapa yang mulai terbentuk sekitar dua bulan pertumbuhan alami buah kelapa (Ramaswamy dan Fathima, 2017). Volume air kelapa pada tiap buah kelapa biasanya sekitar 300 mL, dengan pH berkisar 3,5-6,1 (Fadlilah dan Saputri, 2018). Air kelapa juga akan mengalami perubahan komposisi zat gizi seiring dengan proses pematangan buah (Kailaku dkk., 2015). Air kelapa umumnya diolah menjadi *nata de coco*, *vinegar*, kecap, dan minuman (Mardiatmoko dan Ariyanti, 2018).

Komposisi kimia air kelapa tergantung dari varietas, maturitas (umur), dan faktor iklim. Komposisi kimia air kelapa muda secara lengkap tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Kimia Air Kelapa Muda

Komponen	Satuan	Jumlah
Karbohidrat	(%)	5,57
Kalium	(mg/kg)	1567,96
Natrium	(mg/kg)	37,33
Vitamin C	(mg/kg)	14,45

Sumber: Kailaku dkk. (2015)

Secara alami, air kelapa muda mempunyai komposisi mineral yaitu kalium dan natrium serta gula yang sempurna, sehingga memiliki keseimbangan elektrolit yang sempurna, sama dengan cairan tubuh manusia sehingga air kelapa dapat berperan sebagai minuman isotonik alami (Barlina, 2004). Air kelapa efektif dalam mengganti cairan tubuh setelah melakukan olahraga, hasil penelitian menunjukkan bahwa air kelapa memiliki indeks rehidrasi yang paling mendekati optimum dan berbeda secara signifikan terhadap minuman suplemen lain. Selain itu air kelapa menginduksi produksi urin lebih sedikit dibandingkan minuman suplemen dan dapat mempertahankan kadar glukosa selama periode rehidrasi (Syafriani dkk., 2012).

3. Buah-buahan Lokal

Indonesia sebagai negara tropis, banyak memiliki jenis-jenis buah-buahan, baik yang asli Indonesia maupun jenis-jenis introduksi. Banyak kekayaan alam yang harus dieksplorasi dan dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan bangsa Indonesia khususnya kelompok buah-buahan lokal Indonesia yang jenisnya sangat beragam (Soeroto dkk., 2018). Buah lokal Indonesia adalah jenis buah-buahan lokal yang tumbuh secara alami ataupun yang berasal dari kawasan Indonesia (Uji, 2004). Buah lokal memiliki potensi besar untuk dikembangkan karena memiliki nilai gizi yang lebih tinggi (Soeroto dkk., 2018). Kekayaan sumber daya hayati buah-buahan lokal Indonesia ini perlu dioptimalkan untuk memenuhi kebutuhan pangan. Buah-buahan lokal dengan nilai guna tinggi sebagai *edible fruit* merupakan tumbuhan yang menghasilkan buah dan dapat dimakan segar baik berupa buah masak ataupun buah mentah (Angio dan Irawanto, 2019). Beberapa buah lokal yang berpotensi untuk dimanfaatkan yaitu, jeruk siam, nanas, mangga kweni, sirsak, belimbing wuluh, dan jambu biji merah.

1) Taksonomi

Taksonomi menyajikan informasi tentang identifikasi, tata nama, dan klasifikasi makhluk hidup dari tingkat kingdom-spesies. Sistem taksonomi digunakan untuk mengelompokkan makhluk hidup yang didasarkan pada ciri-ciri tertentu. Taksonomi buah-buahan lokal pada penelitian ini disajikan sebagai berikut:

a) Jeruk Siam

Menurut Kementerian Pertanian (2012), taksonomi jeruk siam sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Dicotyledoneae
 Ordo : Rutales
 Famili : Rutaceae
 Genus : Citrus
 Species : *Citrus nobilis*

b) Nanas

Menurut Sejati (2017), taksonomi nanas adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Angiospermae
 Ordo : Farinosae
 Famili : Bromeliaceae
 Genus : Ananas
 Species : *Ananas comosus* (L.) Merr

c) Mangga Kweni

Menurut Pracaya (2004), taksonomi mangga kweni adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Dicotyledoneae
 Ordo : Sapindales
 Famili : Anacardiaceae
 Genus : Mangifera
 Species : *Mangifera odorata* Griff.

d) Sirsak

Menurut Sejati (2017), taksonomi sirsak adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Polycarpiceae
Famili : Annonaceae
Genus : *Annona*
Spesies : *Annona muricata* Linn.

e) Belimbing wuluh

Menurut Santoso (2021), taksonomi belimbing wuluh adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Oxalidaceae
Famili : Geraniales
Genus : *Averrhoa*
Spesies : *Averrhoa bilimbi* Linn.

f) Jambu Biji

Menurut Sejati (2017), Taksonomi jambu biji adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Myrtales
Famili : Myrtaceae
Genus : *Psidium*.
Spesies : *Psidium guajava* Linn.

2) Morfologi

Jeruk siam memiliki ciri khas dengan kulit buahnya tipis (sekitar 2 mm) berwarna hijau kekuningan, permukaannya halus, licin dan kulitnya menempel lekat pada daging buahnya. Selain itu memiliki tangkai pendek dengan panjang 3 cm dan diameter 2,6 mm. Produksi dari satu buah pohon jeruk siam dapat menghasilkan 7-8 kg buah (Kristiandi dkk., 2021). Kematangan buah jeruk siam ditandai dengan warna kulit yang sudah menguning dan apabila dipegang buah sudah empuk (Purba dan Purwoko, 2019). Gambar buah jeruk siam tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Buah Jeruk Siam

Nanas memiliki ciri khas yaitu daun berduri tajam, dan durinya membengkok ke belakang, ukuran buah relatif kecil dengan bentuk lonjong mirip kerucut sampai silindris, rasanya manis, mata buah menonjol, warna kulit buah kuning kemerahan dengan ukuran mahkota buah besar, warna daging kuning dan daging buah berserat (Ardiansyah, 2019). Parameter nanas yang telah matang yaitu mahkota lebih terbuka, tangkai buah menjadi keriput, mata lebih datar dan bentuknya lebih bulat, warna kulit pada dasar buah mulai menguning, aroma buah mulai muncul (Hadiati dan Indriani, 2008). Gambar buah nanas tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Buah Nanas

Mangga kweni memiliki ciri-ciri yaitu berat buah sekitar 350 g, panjang buahnya sekitar 11 cm, kulitnya tebal, permukaan kulitnya halus, berkilau, dengan bintik kelenjar hijau keputihan. Daging buah kweni berwarna kuning, berair, dan berserat kasar. Aroma kweni sangat khas, dan rasa buahnya manis asam (Hidayani, 2009). Mangga kweni dapat dibedakan dari jenis mangga lainnya dari aromanya yang khas, aroma khas tersebut disebabkan oleh komponen-komponen volatil yang terdapat pada kulit dan dagingnya (Sachlan dkk., 2019). Gambar buah mangga kweni tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Buah Mangga Kweni

Buah sirsak memiliki ciri-ciri yaitu berbentuk oval atau berbentuk hati dan beratnya bisa lebih dari 4 kg. Daging buah berwarna putih, berserat dan banyak biji berwarna coklat kehitaman (Badrie dan Schauss, 2009). Ciri-ciri buah sirsak yaitu jarak duri yang telah merenggang pada kulit buah, melebar, dan ujungnya tumpul, tangkai buah telah menguning, warna kulit dari hijau mengkilat berubah menjadi hijau kusam atau hijau kekuning-kuningan. Jika ditepuk akan terdengar suara seperti berongga dan tercium bau khas sirsak. (Wijayanti, 2019). Gambar buah sirsak tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Buah Sirsak

Buah belimbing wuluh memiliki ciri-ciri yaitu berbentuk bulat lonjong persegi, panjang 4,0-6,5 cm, berwarna hijau kekuningan, buah masak ditandai dengan banyak air yang terkandung dengan rasa masam serta kulit buah yang berwarna kuning mengkilap (Hermanto dkk., 2013). Gambar buah belimbing wuluh tersaji pada Gambar 7.



Gambar 7. Belimbing Wuluh

Buah jambu biji merah memiliki ciri-ciri berbentuk bulat mempunyai warna kulit hijau jika belum matang, kuning muda jika sudah matang dan kuning kemerahan apabila telah busuk. Daging buah jambu biji merah berwarna merah. Buah jambu biji merah memiliki kulit tipis dan permukaannya halus sampai kasar (Bambang, 2010). Biji buah banyak mengumpul di tengah, kecil-kecil, keras, berwarna kuning kecoklatan (Hapsoh dan Hasanah, 2011). Gambar buah jambu biji merah tersaji pada Gambar 8.



Gambar 8. Jambu Biji Merah

3) Produksi

Indonesia sebagai negara dengan keanekaragaman jenis komoditi banyak memproduksi produk hasil pertanian, khususnya buah-buahan. Produksi buah-buahan Indonesia yang digunakan dalam penelitian ini tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Produksi Buah-buahan Indonesia Tahun 2020

Buah-buahan	Produksi Nasional Tahun 2020 (Ton)
Jeruk siam	2.593.384
Nanas	2.447.243
Mangga	2.898.588
Sirsak	127.845
Belimbing	114.524
Jambu biji	396.268

Sumber: BPS (2021)

4) Kandungan Gizi

Buah-buahan memiliki kontribusi yang penting dalam pemenuhan gizi. Buah-buahan memiliki karakteristik kandungan gizi yang berbeda-beda. Kandungan gizi pada buah-buahan yang tinggi menjadi target konsumen dalam upaya memperoleh manfaat kesehatan. Secara lengkap kandungan gizi buah-buahan yang akan digunakan pada penelitian ini tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Gizi Buah-buahan Lokal

Kandungan gizi	Satuan	Komoditi dalam 100g					
		Jeruk Siam	**Nanas	**Mangga kweni	**Sirsak	*Belimbing wuluh	*Jambu biji merah
Energi	kcal	45,00	52,00	86,00	65,00	32,00	51,00
Karbohidrat	g	11,20	16,00	19,80	16,30	7,00	11,88
Protein	g	0,90	0,40	0,70	1,00	0,40	0,82
Lemak	g	0,20	0,20	0,50	0,30	-	0,60
Kalsium	mg	33,00	22,00	11,00	14,00	3,40	20,00
Natrium	mg	4,00	18,00	1,00	2,00	4,00	3,00
Kalium	mg	472,10	111,00	16,00	298,9	148,00	284,00
Vitamin C	mg	49,00	24,00	18,00	20,00	25,00	183,50
Air	mL	87,20	85,30	78,60	81,70	93,00	86,10
BDD	%	72,00	53,00	65,00	68,00	100,00	82,00

Sumber: * Depkes RI (1996)

** Depkes RI (2017)

*** Ramayulis (2017)

5) Mineral

Mineral merupakan komponen anorganik yang terdapat dalam tubuh manusia. Berdasarkan dari kebutuhannya, mineral terbagi menjadi 2 kelompok yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro contohnya: kalsium, fosfor, magnesium, natrium, klorida, kalium. Mineral mikro contohnya: besi, seng, iodium, selenium, tembaga, mangan, kromium, fluor. Mineral makro dibutuhkan dengan jumlah >100 mg per hari sedangkan mineral mikro dibutuhkan dengan jumlah <100 mg per hari. Mineral dibutuhkan dengan jumlah fungsi khas-nya masing-masing seperti kalsium yang berperan dalam pembentukan struktur tulang dan gigi dan memperlancar peredaran darah dan natrium berfungsi dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh (Yusuf, 2018).

Buah-buahan lokal banyak mengandung komponen mineral diantaranya kalsium, natrium dan kalium (Tabel 5). Kandungan mineral khususnya natrium dan kalium menunjang karakteristik sebagai bahan untuk minuman isotonik. Natrium memiliki fungsi sebagai ion utama cairan ekstraseluler, sedangkan kalium adalah ion utama cairan intraseluler. Natrium dan kalium berperan dalam potensial/kesetimbangan membran sel yang dikelola oleh suatu pompa ion membran sel, terutama pompa natrium dan kalium. Pompa ini memerlukan ATP (energi) untuk memompa natrium keluar sel dalam pertukaran dengan kalium. Kegiatan pertukaran energi tersebut diperkirakan untuk memperhitungkan 20-40% dari pengeluaran energi bebas pada orang dewasa. Proporsi besar energi tersebut menekankan fungsi proses ini untuk mempertahankan hidup (Sumbono, 2016).

6) Asam Organik

Asam organik adalah senyawa organik yang memiliki gugus karboksil (Theron dan Lues, 2010). Asam organik secara alami terdapat pada buah. Asam organik pada buah dianggap sebagai sumber enersi cadangan, sehingga jumlahnya akan turun seiring terjadinya aktivitas metabolisme dan hal tersebut terjadi pada saat terjadinya proses pematangan buah (Sudjatha dan Wisaniyasa, 2017). Beberapa asam organik dominan buah-buahan pada penelitian ini tersaji Tabel 6.

Tabel 6. Asam Organik Dominan Buah-buahan

Jenis Buah	Asam dominan	Sumber
Sirsak	Asam sitrat	(Badrie dan Schauss, 2009)
Jambu biji merah	Asam sitrat	(Tampubolon dan Yunianta, 2017)
Jeruk siam	Asam sitrat	(Albertini dkk., 2006)
Mangga kweni	Asam sitrat	(Medlicott dan Thompson, 1985)
Belimbing wuluh	Asam oksalat	(Soumya dan Nair, 2014)
Nanas	Asam sitrat	(Camara dkk., 1994)

7) pH, TPT dan TA

Nilai pH, TPT, dan total asam merupakan atribut internal utama pada buah-buahan yang dipengaruhi oleh perkembangan buah (Mahayothee dkk., 2020). Karakteristik pH, TPT, dan TA buah-buahan tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai pH, TPT, dan TA Beberapa Buah-buahan

Jenis Buah	pH	TPT (°Brix)	TA (%)	Sumber
Sirsak	3,7	8-11	0,61-1,02	(Badrie dan Schauss, 2009)
Jambu biji merah	3,82	10,65	0,65	(Omayio dkk., 2022)
Jeruk siam	3,14-3,83	8,1-12,3	0,66	(Aredo dkk., 2019)
Mangga	3-5,6	13,5-19,4	0,4-0,6	(Mahayathoethee dkk., 2020; Zaulia dkk., 2020)
Belimbing wuluh	1,57-1,8	4,34-5,06	4,3-5,6	(Soumya dan Nair, 2014; Lima dkk., 2001)
Nanas	4,24	17,8	0,69	(Lu dkk., 2014)

8) Antioksidan

Antioksidan merupakan suatu senyawa kimia yang pada konsentrasi rendah secara signifikan dapat mencegah oksidasi substrat dalam reaksi rantai. Kemampuan antioksidan adalah dapat melindungi sel dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas (Inggrid dan Santoso, 2014). Menurut Winarsi (2007), antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron (*electron donor*) atau reduktan. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut bisa dihambat. Antioksidan merupakan senyawa

penting dalam menjaga kesehatan tubuh karena berfungsi memutus reaksi berantai dari radikal bebas yang terdapat dalam tubuh.

Antioksidan alami banyak terdapat pada buah-buahan, sayur-sayuran, biji-bijian. Banyak bahan pangan lokal yang dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan alami (Silvia dkk., 2016). Buah-buahan banyak mengandung senyawa antioksidan terutama dari golongan polifenol dan asam askorbat (Yan dkk., 2006).

B. Kerangka Konsep

Penelitian-penelitian terdahulu telah cukup banyak dilakukan mengenai pembuatan minuman isotonik menggunakan bahan-bahan alami seperti pada penelitian Vilaplana dkk. (2013) yang membuat minuman isotonik menggunakan *berries* (*maqui*, *acai* dan *blackthorn*) dan *lemon juice*. Formulasi minuman isotonik menggunakan *berries* dan *lemon juice* terdiri dari 80 mL air, 20 mL jus lemon (per 100 mL), 7,5 g (b/v) sukrosa, 5 g buah beri beku, 20 mg NaCl, 6 mg kalium fosfat, 33 mg kalium sorbat, 16 mg natrium benzoat dan 5 g *buffer* asam sitrat. Minuman isotonik terdiri dari enam taraf perlakuan yaitu perbedaan kombinasi lemon/asam sitrat dan jenis *berries* yang dibandingkan dengan enam minuman isotonik komersial. Hasil didapatkan bahwa minuman isotonik baru dengan *berries* dan lemon lebih efektif daripada komersial dalam hal kapasitas antioksidan, dan mineral, serta memiliki sifat organoleptik yang baik dari segi warna.

Porfirio dkk. (2019), yang mengembangkan minuman isotonik dengan atribut fungsional berbasis ekstrak *Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg. Formulasi bahan yang digunakan yaitu Formula A ekstrak buah 10%, ekstrak kulit buah 4%, sukrosa 4%, asam sitrat 0,07%, potassium sorbat 0,01%, sodium benzoat 0,05%, dan sodium klorida 0,04%. Formula B dengan bahan yang sama hanya terdapat perbedaan untuk ekstrak buah yaitu 12%, dan sukrosa 6%. Kedua formulasi kemudian dibandingkan dengan 4 minuman isotonik komersial. Kedua formulasi tersebut unggul dalam parameter komponen nutrisi (karbohidrat, natrium, kalium) yang sesuai standar, fisikokimia (pH, total asam, total padatan terlarut, osmolalitas) sesuai batas, dan formulasi B lebih unggul dalam dalam sensori (warna, rasa dan kesukaan keseluruhan) daripada formulasi A dan komersial.

Pemanfaatan untuk buah lokal Indonesia telah dilakukan oleh Lempoy dkk. (2020) yang membuat minuman isotonik dari kelapa dengan penambahan sari sirsak.

Formulasi minuman isotonik yang dilakukan yaitu air kelapa dengan variasi konsentrasi sari sirsak, dan gula sebanyak 5%. Hasil didapatkan bahwa minuman isotonik dengan formulasi air kelapa 1000 mL dan 300 mL sari buah sirsak menghasilkan minuman isotonik yang disukai pada kriteria sensori (rasa, aroma, kekeruhan) dan memenuhi kriteria minuman isotonik menurut SNI 01-4452-1998 pada parameter uji natrium, kalium, dan total gula.

Penelitian oleh Gozali dkk. (2018) membuat formulasi minuman isotonik alami dari air kelapa. Formulasi dibuat sebanyak 100 mL yang terdiri dari 50 mL air kelapa dengan menggunakan variasi NaCl (natrium klorida) dan sukrosa, agar mendapatkan nilai tonisitas yang berada pada *range* isotonis. Hasil penelitian didapatkan sukrosa 4,5-5 g, NaCl 0,25-0,3 g, asam sitrat 1 g dan natrium benzoat 0,05 g telah memenuhi persyaratan fisik sediaan, uji kesukaan dan tonisitas dengan nilai tonisitas sebesar 300-327 mOsm/L.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian sebelumnya maka didapatkan bahwa minuman isotonik dengan penambahan sari buah lokal memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dari pada minuman isotonik komersial. Penggunaan sari buah pada minuman isotonik berkisar antara 10-20%. Penambahan bahan lain mempunyai kisaran sebagai berikut: sukrosa 4-7,5%, asam sitrat 0,07-5%. NaCl 0,02-0,3%, dan natrium benzoat 0,016-0,05%.

Penelitian ini akan digunakan sari buah yang terdiri dari air kelapa dan sari buah lokal sebesar 20% (14:6), sukrosa 6%, asam sitrat 0,1%, NaCl 0,25%, natrium benzoat 0,05%, dan penambahan air hingga 100%.

C. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini diduga aktivitas antioksidan minuman isotonik buah lokal lebih tinggi daripada minuman isotonik komersial.