

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Salak

Tanaman buah salak merupakan tanaman asli Indonesia yang menjadi salah satu peluang usaha pertanian dibidang agribisnis. Tanaman salak tumbuh bergerombol dengan rata-rata tinggi tanaman tidak lebih dari 4,5m. Tanaman salak masih memiliki kekerabatan dengan tanaman kelapa, sawit, aren, palem dan pakis (Dwi et al., 2020). Buah salak merupakan buah musiman yang aktif menghasilkan buah sepanjang tahun, sehingga buah dapat tersedia setiap saat. Buah salak memiliki kulit yang bersisik tersusun rapih seperti genteng, berwarna kuning sampai coklat kehitaman (Dwi et al., 2020). Terdapat beberapa jenis salak yang tersebar di Indonesia, antara lain Salak Pondoh dari Pulau Jawa, Salak Condet dari Jakarta, Salak Bali dari Bali dan Salak Sidempuan dari Padangsidempuan (Putra et al., 2022).

Salak Sidempuan merupakan varietas salak lokal Padangsidempuan yang dapat dijumpai di sepanjang Kabupaten Tapanuli Selatan, meliputi kota Padangsidempuan, Parsalakan, Angkola barat dan sekitarnya (Harahap, 2022). Buah Salak Sidempuan memiliki tampilan yang unggul dari buah salak lainnya, salak yang dihasilkan berukuran besar, berkulit tebal, memiliki sedikit warna kemerahan di daging buahnya dan memiliki rasa yang khas yaitu kombinasi rasa manis sedikit sepat (Adelina et al., 2023).



**Gambar 2.1 Salak Sidempuan (*Salacca sumatrana becc*)
(Dokumentasi Penulis, 2024)**

Menurut (Karta et al., 2019) secara umum taksonomi buah Salak Sidempuan (*Salacca sumatrana becc*) adalah berikut ini :

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Tracheobionta*
Super Divisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Liliopsida*
Famili : *Arecaceae*
Genus : *Salacca*
Spesies : *Salacca sumatrana becc*

2.1.1 Kandungan Gizi Buah Salak

Selain dikonsumsi langsung, buah salak dapat diolah menjadi makanan ringan seperti dijadikan keripik buah, asinan dan manisan buah atau berbagai olahan lainnya. Namun tentu saja nilai gizinya tidak akan sama dengan mengonsumsi buah salak secara langsung (Aninditya & Sari, 2020). Kandungan gizi pada daging buah salak per 100 gram disajikan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Buah Salak per 100 gram

Kandungan Zat	Nilai Rata-rata Buah Salak
Kalori	77 kal
Protein	0,4 g
Lemak	0 g
Karbohidrat	20,9 g
Kalsium	28 g
Fosfor	18 mg
Besi	4,2 mg
Vitamin A	0 g
Vitamin B1	0,04 mg
Vitamin C	2 mg
Air	78,0 mg

Sumber: (Karta et al., 2019)

Berdasarkan tabel diatas, terdapat kandungan buah salak yang menyebabkan buah salak dapat dengan mudah mengalami pembusukan yaitu dikarenakan kadar air dan karbohidrat yang cukup tinggi pada buah salak. Buah salak mengandung senyawa bioaktif berupa antioksidan yang baik untuk mengurangi efek radikal bebas. Yaitu senyawa golongan fenol, flavonoid dan tannin. Senyawa tersebut dapat menyumbangkan atom hidrogen kepada

senyawa radikal bebas sehingga menghentikan proses reaksi berantai yang terjadi.

2.2 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa kimia yang memiliki kemampuan menyumbangkan, mengikat elektron serta menghentikan reaksi berantai radikal bebas (Agustina, 2020). Antioksidan secara umum yaitu senyawa yang mampu menghambat atau mencegah proses oksidasi. Jika bereaksi dengan radikal bebas, antioksidan mampu menghambat laju oksidasi. Antioksidan adalah substansi yang dibutuhkan oleh tubuh untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas (Parwata, 2016).

2.2.1 Antioksidan Berdasarkan Asalnya

Terdapat dua kelompok antioksidan, yaitu :

A. Antioksidan Alami

Antioksidan alami dapat diperoleh dari buah-buahan, sayur-sayuran, dan rempah-rempah. Antioksidan alami dapat dikelompokkan menjadi enzim dan vitamin. Antioksidan yang berupa enzim dan diproduksi oleh tubuh antara lain adalah superoksida dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx) serta katalase (CAT). Sedangkan antioksidan yang berwujud vitamin antara lain betakaroten (vitamin A), α -tokoferol (vitamin E) dan asam askorbat (vitamin C) kemudian dari golongan flavonoid ada senyawa polifenol dan fenolik (Simanjuntak, 2012). Semua jenis antioksidan alami mudah untuk diserap oleh tubuh dan diabsorpsi oleh usus kemudian akan diedarkan keseluruh tubuh (Parwata, 2016).

Menurut (Kusuma, 2015), berikut penjelasan mengenai macam-macam antioksidan alami kelompok vitamin:

1. Betakaroten (Vitamin A)

Betakaroten berperan sebagai antioksidan dan bermanfaat membantu menunjang kebutuhan gizi dan pertumbuhan tubuh, menjaga kesehatan mata, kulit dan selaput lendir dari terjadinya infeksi. Betakaroten dapat ditemukan pada buah atau sayuran yang memiliki warna kuning, jingga dan merah.

2. α -tokoferol (Vitamin E)

α -tokoferol memiliki peran penting dalam menghambat peningkatan produksi sitokin, seperti interleukin-6 (IL-6) yang berperan dalam proses peradangan. Karena sifat antioksidannya yang kuat, penggunaan vitamin E dapat ditemukan pada produk kosmetik karena vitamin E dapat melindungi dan mencegah sel serta organ tubuh dari kerusakan sehingga dapat mencegah proses aging (penuaan).

3. Senyawa Polifenol

Polifenol merupakan senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan yang paling besar dalam menangkap radikal bebas. Polifenol dapat menghambat, mengurangi dan mencegah oksidasi radikal bebas karena kemampuannya menstabilkan elektron radikal bebas. Selain memiliki aktivitas antioksidan, polifenol juga memiliki aktivitas antihipertensi, andiabetes, dan antikanker dan antimicrobial

4. Flavonoid

Flavonoid dapat mencegah munculnya ROS karena memiliki efek antioksidan dengan menangkap superoksida dan peroxynitrit. Flavonoid sebagai antioksidan secara langsung adalah dengan mendonorkan ion hydrogen sehingga dapat menetralkan efek toksik dari radikal bebas. Sedangkan flavonoid sebagai antioksidan secara tidak langsung yaitu dengan meningkatkan ekspresi gen antioksidan endogen melalui beberapa mekanisme, salah satunya dengan mekanisme peningkatan ekspresi gen antioksidan yaitu sintesis enzim antioksidan endogen seperti enzim superoxide dismutase (SOD).

Menurut (Nurkhasanah et al., 2023), berikut merupakan penjelasan antioksidan alami kelompok enzim

5. Superoksida dismutase (SOD)

SOD terdapat pada sitosol dan mitokondria. Superoksida dismutase (SOD) merupakan metaloenzim yang terdapat di dalam tubuh karena alasan keaktifannya tergantung pada kofaktor logam Cu, Zn, Fe, dan Mn. Maka

dari itu, SOD dikelompokkan menjadi Cu/Zn-SOD, Fe-SOD, dan Mn-SOD. Cu/Zn SOD dalam sel dijumpai di sitosol, ekstraseluler, dan kloroplas tumbuhan tingkat tinggi. Fe-SOD dijumpai dapat berikatan dengan kloroplas, dan Mn-SOD dijumpai di mitokondria sel eukariot dan peroksisom.

6. Glutation peroksidase (GPx)

Keberadaan enzim GPx banyak dijumpai di sitosol hepar/hati. Glutation atau *γ-glutamylcysteinylglycine* (GSH) adalah antioksidan sulfhydryl (SH), antitoksin dan kofaktor enzim. GSH ada pada hewan, tumbuhan/tanaman, bahkan mikroorganisme. Antioksidan ini larut dalam air dan terkandung pada sitosol sel atau substrat larut dalam air lainnya. Glutation peroksidase (GPx) disebut sebagai antioksidan dalam sel yang mayor karena jumlahnya yang cukup besar

7. Katalase (CAT)

Enzim katalase ialah enzim yang sangat penting dalam memproteksi sel dari kerusakan oksidatif oleh spesies oksigen reaktif (Nurkhasanah et al., 2023a). Katalase ialah satu diantara enzim antioksidan yang banyak ditemukan di organ hati. Maka dari itu penurunan aktivitas enzim katalase dapat dijadikan indikator sensitif untuk menunjukkan adanya kerusakan hati

B. Antioksidan Sintetis

Antioksidan sintesis umumnya digunakan untuk pengolahan produk pangan, sengaja ditambahkan sebagai bahan tambahan (zat adiktif) untuk mencegah oksidasi produk pangan, agar menambah masa simpannya. Bahan pembuatan antioksidan sintesis seperti, Butil Hidroksi Anisol (BHA), Butil Hidroksi Toluen (BHT), Propil Galat (PG) dan Tert-Butil Hidrosi Quinon (TBHQ), namun tentu saja penggunaan antioksidan sintesis memiliki resiko menyebabkan penyakit tertentu jika terus menerus di konsumsi (Parwata, 2016).

2.2.2 Antioksidan Berdasarkan Cara Kerjanya

Terdapat 3 jenis antioksidan berdasarkan cara kerjanya

A. Antioksidan Primer

Antioksidan primer merupakan antioksidan yang dapat menghambat terbentuknya radikal bebas (propagasi) baru dengan memutus tali berantai (mengeliminasi) dan mengubahnya menjadi bentuk yang lebih stabil. Antioksidan primer antara lain vitamin A dan enzim seperti superoksida dismutase (SOD), katalase dan glutathion peroksidase (GPx) (Nurkhasanah et al., 2023)

B. Antioksidan Sekunder

Antioksidan sekunder merupakan garis pertahanan kedua. Ketika antioksidan primer tidak mampu mengatasi ROS. Antioksidan sekunder mampu menghambat terjadinya reaksi berantai karena mampu menangkap senyawa radikal bebas. Beberapa contoh antioksidan ialah betakaroten, vitamin E dan vitamin C. Betakaroten berperan dalam fungsi faal tubuh seperti penglihatan, diferensiasi sel, kekebalan, pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi serta pencegahan kanker dan penyakit jantung (Kusbandari & Susanti, 2017). Vitamin E dapat mengurangi peradangan dan meningkatkan imunitas tubuh. Vitamin C yang dapat mencegah dan memperbaiki kerusakan sel serta merangsang pembentukan kolagen (Carr & Maggini, 2017).

C. Antioksidan Tersier

Antioksidan ini akan memperbaiki kerusakan fisiologis sel serat jaringan yang ditimbulkan oleh ROS pada molekul-molekul penting atau dikenal juga sebagai *repair enzyme*. Contoh dari antioksidan tersier adalah metionin sulfosida reductase, DNA *repair enzyme*, protease, transferase dan lipase. Antioksidan yang termasuk dalam jenis ini yaitu enzim katabolisme seperti lipase, protease, peptidase dan lain sebagainya serta enzim reparasi DNA (Nurkhasanah et al., 2023).

2.3 Radikal Bebas

ROS (*Reactive Oxygen Species*) merupakan senyawa oksigen yang bersifat reaktif. Tubuh menghasilkan ROS dalam bentuk radikal bebas atau oksidan. Radikal bebas adalah atom atau gugus atom yang kulit luarnya memiliki elektron yang tidak berpasangan. Sedangkan oksidan adalah suatu senyawa yang dapat menerima electron (Ahmad et al., 2022). ROS bersumber

dari mitokondria, fagosit, xantin oksidase, peroksisome dan asam arakhidonat. Radikal bebas bisa diperoleh dari dalam dan luar tubuh, misalnya paparan sinar matahari, polusi udara, merokok, makanan tidak sehat dan terpapar pestisida. Dari dalam tubuh radikal bebas bersumber dari proses pernafasan dan metabolisme tubuh. Radikal bebas dalam jumlah sedikit berguna untuk membunuh bakteri yang masuk ke dalam tubuh dan memicu pembentukan sel baru, namun apabila radikal bebas atau oksidan dihasilkan tubuh secara berlebihan maka bahan tersebut akan dinetralisasi oleh antiradikal bebas atau antioksidan (Sun et al., 2018).

Apabila ROS (radikal bebas/oksidan) lebih banyak dibandingkan Antiradikal bebas (antioksidan) maka keadaan ini dikenal dengan nama “Stress Oksidatif” yang dapat menyebabkan kerusakan fungsi organ yang mengarah pada timbulnya berbagai penyakit (Dahniar, 2020). Terdapat faktor-faktor yang dapat meningkatkan kebutuhan antioksidan seperti ketika sedang sakit, infeksi dan saat pemulihan setelah sakit, serta kondisi ketika seseorang sedang mengalami stress fisik maupun emosional (Nurkhasanah et al., 2023).

Menurut (Nurkhasanah et al., 2023b) Radikal bebas terbagi menjadi dua berdasarkan sumbernya, yaitu radikal bebas endogen dan eksogen.

A. Radikal Endogen

Radikal endogen adalah radikal bebas yang berasal dari tubuh manusia itu sendiri. Berikut merupakan asal radikal bebas endogen di tubuh manusia:

1. Autoksidasi. Autoksidasi adalah hasil dari proses metabolisme aerob yang menghasilkan molekul-molekul seperti katekolamin, myoglobin, hemoglobin, sitokrom C dan sebagainya. Produk tersebut dapat mengalami autoksidasi dan menghasilkan oksigen reaktif.
2. Oksidasi enzimatis. Merupakan jenis enzim yang mampu menghasilkan radikal bebas seperti xanthine oxidase, amino acid oxidase, lipoxygenase, aldehyd oxidase
3. Respiratory burst. Merupakan proses sel fagositik menggunakan oksigen dalam jumlah sekitar 70-90%, namun selama proses terjadi, oksigen yang digunakan akan menghasilkan superoksida, superoksida adalah zat awal untuk pembentukan radikal bebas.

B. Radikal Eksogen

Radikal eksogen adalah radikal yang terbentuk diluar tubuh manusia. Berikut merupakan asal radikal bebas eksogen :

1. Obat-obatan. Obat-obatan dengan jenis antikanker dan antibiotik dapat meningkatkan produksi radikal bebas dengan menaikkan tekanan oksigen.
2. Radiasi. Radiasi dapat menjadi penyebab kerusakan jaringan yang disebabkan oleh radikal bebas
3. Asap rokok. Sejumlah besar senyawa oksidatif terdapat dalam rokok. Senyawa oksidatif termasuk radikal bebas aktif dan destruktif seperti aldehida dan peroksida

2.4 Metode DPPH

DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang stabil sehingga digunakan sebagai pereaksi dalam uji penangkapan radikal bebas. Tujuan dari metode DPPH adalah untuk mengetahui tingkatan aktivitas antioksidan pada setiap sampel simplisia yang digunakan lalu dapat mengkategorikan sifat antioksidan sampel berdasarkan nilai IC_{50} . Nilai Absorbansinya yang telah dihasilkan akan dihitung % inhibisinya dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

% inhibisi blanko = Absorbansi DPPH tanpa sampel

Absorbansi sampel = Absorbansi DPPH ditambahkan sampel

Persen inhibisi adalah banyaknya aktivitas antioksidan dalam mencegah radikal bebas DPPH. IC_{50} merupakan parameter yang dapat juga digunakan dalam mengukur aktivitas antioksidan dari ekstrak sampel. Nilai dari IC_{50} adalah bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak yang dapat menghambat radikal bebas sebesar 50%. Aktivitas antioksidan yang tinggi ditunjukkan dengan semakin rendahnya nilai IC_{50} . Nilai IC_{50} yang kurang dari 50 $\mu\text{g/mL}$ dapat dikatakan sebagai antioksidan yang sangat kuat. (Agustina, 2020).

Tabel 2.2 Nilai IC₅₀ Ekstrak Buah Salak

IC ₅₀	Aktivitas Antioksidan
Dibawah 50ppm	Antioksidan sangat kuat
50-100ppm	Antioksidan kuat
100-250ppm	Antioksidan sedang
250-500ppm	Antioksidan lemah
Diatas 500ppm	Tidak aktif

Sumber: (Oktaria & Marpaung, 2023).

Keunggulan metode uji antioksidan DPPH adalah sederhana, cepat dan menggunakan sedikit bahan kimia dan sampel (Muadifah et al., 2024). Jika semua elektron pada radikal bebas DPPH menjadi berpasangan maka warna larutan menjadi kuning terang. Jika konsentrasi larutan meningkat maka absorbansi akan menurun dan aktivitas antioksidan juga meningkat. Hal ini ditandai dengan semakin pudar warna DPPH dan semakin besar nilai persen penghambatan. Nilai IC₅₀ diperoleh dari persamaan regresi linier antara konsentrasi larutan (x) dan persen penghambatan (y) dengan substitusi nilai y=50 (Rahmi et al., 2021).

2.5 Uji Pembanding Vitamin C

Asam askorbat atau Vitamin C digunakan sebagai larutan pembanding dikarenakan mampu menangkap oksigen kemudian bereaksi dengan radikal kemudian akan mengubahnya menjadi hydrogen peroksida. Dalam pengujian aktivitas antioksidan, vitamin C digunakan sebagai antioksidan sekunder yang bisa menangkap radikal bebas sehingga mampu mencegah terjadinya reaksi berantai karena memiliki nilai aktivitas antioksidan yang sangat tinggi . Vitamin C lebih polar dibanding dengan vitamin lainnya seperti vitamin A atau vitamin E sehingga lebih sering digunakan sebagai pembanding. Manfaat lain dari vitamin C yaitu dapat membantu dalam metabolisme tubuh serta mencegah dan menyembuhkan flu. (Membri et al., 2021).

2.6 Metode Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis ialah alat instrumen yang dipergunakan untuk menentukan secara kuantitatif kandungan senyawa zat aktif pada sampel yang diukur di wilayah ultraviolet-sinar (tampak) menggunakan panjang gelombang (Oktaria & Marpaung, 2023) dan hubungan nilai aktivitas hambatan terhadap

radikal bebas DPPH. Keterkaitan senyawa antioksidan dengan DPPH baik secara transfer elektron atau radikal hidrogen pada DPPH akan menetralkan karakter radikal bebas DPPH (Rahmi et al., 2021). Spektrofotometer UV-Vis adalah salah satu alat untuk mengetahui kadar suatu senyawa dan untuk mengetahui daerah serapan yang dapat dihasilkan berupa nilai absorbansi dari larutan baku standar yang diukur serapannya menggunakan alat Spektrofotometri UV-Vis pada rentang Panjang gelombang yang telah ditentukan. Spektrofotometer UV-Vis dapat menghasilkan sinar monokromatis dalam panjang gelombang 200-800 nm (Christina et al., 2024).