

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*)
 - a. Taksonomi ubi jalar (*Ipomoea batatas*)



Gambar 1. Ubi jalar ungu
Sumber: Balitkabi, 2016.

Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, tanaman ubi jalar diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermathopyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Convolvulales
Famili	: Convolvulaceae
Genus	: <i>Ipomoea</i>
Spesies	: <i>Ipomoea batatas</i>

b. Deskripsi ubi jalar (*Ipomoea batatas*)

Tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas*) merupakan suatu jenis tumbuhan menjalar dari famili Convolvulaceae yang tergolong dalam jenis tanaman semusim (*annual*) yang memiliki susunan tubuh utama terdiri dari batang, ubi, daun, bunga, buah dan biji. Ubi jalar mempunyai banyak nama atau sebutan antara lain, ketela rambat, huwi boled (Sunda), tela rambat dan sabrang (Jawa), *Shoyu* (Jepang), *sweet potato* (Inggris) dan gadong, katelo, ubi katelo, gadung enjalur, ubi petilo, balading, tetilo (Sumatra) (Hernani, 2006).

Ubi jalar tergolong pada tumbuhan semak bercabang, batang gundul atau berambut, bergetah, keunguan, panjang sampai dengan 5 meter dan kadang-kadang membelit. Panjang dari tangkai daun mencapai 4 – 20 cm. Helaian daun lebar membulat dan menyerupai bentuk jantung, bersudut sampai berleku, karang bunga di ketiak berbentuk seperti payung. Daun pelindung kecil, daun kelopak memanjang dan runcing. Mahkota bunga berbentuk seperti lonceng sampai bentuk terompet, berukuran 3 – 4,5 cm dan berwarna ungu muda (Steenis, 2006)

c. Kandungan ubi jalar (*Ipomoea batatas*)

Ubi jalar ungu biasa disebut *Ipomoea batatas blackie* karena memiliki kulit dan daging umbi yang berwarna ungu kehitaman (ungu pekat). Ubi jalar ungu mengandung pigmen antosianin yang lebih

tinggi daripada ubi jalar jenis lain (Kumalaningsih, 2006). Komposisi kimia ubi jalar secara umum dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Ubi Jalar per 100 Gram

Kandungan gizi	Nilai	Satuan
Lemak	0,7	Gram
Karbohidrat	27,9	Gram
Protein	1,8	Gram
Kalori	123	Kalori
Beta karoten	30,2	Gram
Antosianin	110,15	Miligram
Air	68,5	Gram
Serat kasar	1,2	Gram
Kadar gula	0,4	Gram

Sumber: Balitkabi, 2011.

d. Antosianin

Ubi jalar mengandung pigmen antosianin yang lebih tinggi daripada ubi jalar lain. Pigmennya lebih stabil bila dibanding dengan antosianin dari sumber lain misalnya seperti kubis merah, wortel, jangung merah dan blubberies. Antosianin berasal dari bahasa Yunani yaitu “Anthos” yang berarti bunga dan “Kyanos” yang artinya biru gelap dan termasuk senyawa flavonoid. Antosianin merupakan senyawa yang larut dalam air dan menyebar di dunia tumbuh-tumbuhan. Pada umumnya sayuran dan buah-buahan terdiri dari 4-6 pigmen, hanya saja kandungan dari antosianin yang terbentuk biasanya hanya dari satu pigmen saja yang paling kuat (Kumalaningsih, 2006).

Kandungan komposisi dari antosianin ubi jalar ungu adalah turunan mono atau diasetil 3-(2-glukosil)-5-glukosil peonidin dan sianidin (Jusuf, dkk., 2008). Secara kimia antosianin merupakan turunan suatu struktur senyawa aromatik tunggal, yaitu sianidin baik dengan penambahan ataupun pengurangan gugus hidroksil atau dengan metilasi dan glikosilasi (Kumalaningsih, 2006). Antosianin dapat terbagi menjadi 3 gugus penting, yaitu aglikon (antosianidin), glikon (glukosa, fruktosa, arabinosa) dan asam organik misalnya asam kumarat, asam kafeat dan asam ferulat (Pujimulyani, 2009).

Kandungan antosianin sendiri memang lebih stabil dan lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan antosianin pada tumbuhan lain. Dapat diketahui bahwa kandungan antosianin pada bunga rosela 7,95 mg/100g, bayam merah 63,50 mg/100g, kol merah 102 mg/100g, stroberi 20,8 mg/g, anggur 26,7 mg/100 mg dan buah naga 8,8 mg/100g (Ahmadiani, 2014).

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilaksanakan mengenai uji antosianin didapatkan hasil kandungan antosianin ubi jalar ungu pekat 17 kali lebih tinggi dibandingkan dengan kadar antosianin ubi jalar ungu muda. Pada ubi jalar ungu pekat didapatkan kadar antosianin sebesar 61,85 mg/dl dan 3,51 mg/dl untuk ubi jalar ungu muda. Kandungan antosianin ubi jalar tergantung pada intensitas warnanya. Semakin pekat warna ubi jalar maka semakin tinggi pula kandungan kadar antosianinnya (Winarno, 2004).

e. Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas antosianin

Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan antosianin yaitu oksigen, pH, temperatur, cahaya, ion logam dan asam askorbat atau vitamin C (Kumalaningsih, 2006). Antosianin adalah indikator alami dari pH, dalam asam tampak merah sedangkan pada pH basa terlihat biru tua. Antosianin akan lebih stabil jika pH dibawah 3,5.

f. Hubungan antara antosianin dengan antiinflamasi

Antosianin pada ubi jalar ungu merupakan antioksidan paling tinggi yang dapat ditemui pada tumbuhan. Antosianin juga mempunyai fungsi fisiologis sebagai anti kanker, anti bakteri, perlindungan terhadap kerusakan hati juga sebagai perlindungan terhadap penyakit jantung dan stroke (Sarwono, 2005). Selain itu antosianin juga memiliki peran penting dalam memperbaiki DNA, mengoptimalkan fungsi-fungsi sel tubuh, menunda penuaan. Tingginya kadar antioksidan dalam ubi jalar ungu dapat mengurangi peradangan atau inflamasi sehingga ubi jalar ungu disebut bisa digunakan sebagai antiinflamasi (Rosidah, 2010).

2. Yoghurt

a. Pengertian yoghurt

Yoghurt merupakan produk olahan yang berasal dari air susu yang dipasteurisasi kemudian difermentasi dengan bakteri tertentu sampai diperoleh keasaman, bau dan rasa yang khas tanpa penambahan bahan lain. Proses fermentasi dalam pembuatan yoghurt

ini bisa memperoleh keuntungan dan kerugian. Keuntungan yang diperoleh dari proses fermentasi adalah mencegah pertumbuhan mikroba beracun dalam produk yang dihasilkan dan dapat meningkatkan nilai gizi. Selain itu, dapat mencegah komponen bahan pangan menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna dan adanya penambahan dari beberapa vitamin seperti riboflavin, vitamin B₁₂ dan provitamin A yang akan disintesis oleh mikroba. Kerugian yang diperoleh dari proses fermentasi adalah apabila penanganannya tidak tepat maka dapat menyebabkan keracunan karena terbentuknya sehingga dapat menghasilkan produk yang gagal (Soeharsono, dkk., 2010).

b. Nilai gizi pada yoghurt

Beberapa vitamin yang diperlukan tubuh dapat diproduksi dari yoghurt, antara lain asam nikotinat, asam folat, asam pantotenat, biotin, vitamin B₆ dan vitamin B₁₂. Kandungan mineral pada yoghurt, seperti kalsium, fosfor dan kalium akan mengalami peningkatan. Kandungan lemak pada yoghurt menjadi lebih rendah jika dibandingkan dengan susu segar sehingga cocok untuk diminum oleh mereka yang sedang melakukan diet rendah kalori. Yoghurt juga kaya akan protein, riboflavin, potasium, kalsium, dan fosfat yang lebih mudah dicerna daripada kalsium yang terkandung pada susu segar (Anjarsari, 2010).

c. Proses pembuatan yoghurt

Langkah-langkah dalam pembuatan yoghurt secara umum sebagai berikut:

1) Pemanasan awal air susu segar

Siapkan air susu segar dengan volume sesuai kebutuhan juga semua alat yang diperlukan. Pertama panaskan dulu susu segar yang sudah dilarutkan pada suhu 80 - 85°C. Pemanasan tidak terlalu lama hanya sekitar 30 – 45 menit sesuai dengan api yang digunakan. Pemanasan yang dilakukan ini bertujuan untuk membunuh atau menginaktivasi keberadaan mikroba yang tidak diinginkan selama proses fermentasi, meningkatkan kemampuan protein susu mengikat air dan juga mengeluarkan oksigen dari air susu sehingga mendukung proses fermentasi anaerob sehingga dapat memberi kondisi yang nyaman untuk bakteri probiotik sehingga dapat meningkatkan produksi asam laktat (Soeharsono, dkk., 2010).

2) Inokulasi

Setelah melalui tahap pemanasan selanjutnya air susu didinginkan hingga mencapai suhu inkubasi 43,3°C – 49°C kemudian ditambahkan starter yoghurt (Soeharsono, dkk., 2010).

3) Proses fermentasi

Proses fermentasi adalah proses interaksi selama masa inkubasi yang dapat terjadi setelah dilakukan inokulasi. Suhu yang

digunakan adalah 40-43°C, yang merupakan suhu optimum dalam proses fermentasi yaitu adanya gumpalan atau koagulasi dari kasein yang akan terbentuk setelah 3-6 jam setelah penyimpanan (Soeharsono, dkk., 2010). Waktu fermentasi tergantung pada keasaman yang diinginkan. Apabila waktu yang digunakan untuk fermentasi kurang maka yoghurt akan mempunyai rasa asam yang kurang begitupun sebaliknya, apabila fermentasi terlalu lama maka rasa asam yang terbentuk akan semakin kuat. Tujuan fermentasi adalah untuk menumbuhkan bakteri asam laktat yang merupakan pembentuk asam yang bisa menguraikan laktosa menjadi asam laktat (Anjarsari, 2010).

Contoh dari bakteri yang dapat menguraikan laktosa menjadi asam laktat adalah *Lactobacillus bulgaris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*. Bakteri asam laktat (BAL) merupakan istilah umum untuk menyebut kelompok bakteri yang dapat memfermentasikan laktosa juga bisa menghasilkan asam laktat sebagai produk utamanya. Bakteri asam laktat saat ini sangat berperan penting dalam industri fermentasi susu seperti contohnya pada proses fermentasi keju, mentega, yoghurt, susu asam dan sekarang disebut sebagai bakteri probiotik. Peranan penting dari bakteri asam laktat adalah bakteri ini mempunyai kemampuan dalam memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa juga mencegah

adanya *lactose intolerance*, memecah protein menjadi mono-peptide dan asam amino yang tersedia bagi tubuh serta dapat menghasilkan bakteriosin yang dapat menghambat aktivitas bakteri patogen (Widodo, 2003).

Fermentasi asam laktat bertujuan untuk pengawetan. Fermentasi asam laktat dapat memberikan aroma, *flavour*, meningkatkan nilai pencernaan dan gizi serta tekstur bahan pangan. Fermentasi asam laktat adalah proses fermentasi dengan menggunakan starter bakteri asam laktat. Starter bakteri asam laktat yang sengaja ditambahkan dalam medium susu dengan tujuan agar terjadi proses fermentasi dan dapat menghasilkan produk yang diinginkan seperti pada yoghurt, mentega, keju dan berbagai susu asam (Widodo, 2003).

d. Hubungan antara yoghurt dengan antiinflamasi

Mikroorganisme probiotik secara umum didefinisikan sebagai kultur tunggal atau campuran dari mikroorganisme hidup, yang bila diaplikasikan atau dikonsumsi oleh hewan atau manusia, memberikan dampak positif terhadap kesehatan dengan memperbaiki keseimbangan mikroflora usus. Probiotik bekerja dalam berbagai cara termasuk memproduksi bakteriosin dan menurunkan pH usus. Bakteriosin merupakan senyawa protein yang diekskresikan oleh suatu bakteri. Bakteriosin berpotensi sebagai pengawet makanan alami dan mempunyai aktivitas menghambat terhadap pertumbuhan

bakteri patogen makanan seperti *Staphylococcus aureus* (Twomey, dkk., 2002).

Meskipun semua mekanisme probiotik belum sepenuhnya dipahami, diketahui bahwa probiotik juga memiliki efek pada respon imun di usus, yaitu mengurangi peradangan. Penggunaan probiotik telah disarankan untuk pencegahan dan perawatan kesehatan masalah usus termasuk diare infeksi akut, diare terkait antibiotik dan penyakit radang usus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bakteri probiotik dapat digunakan sebagai antiinflamasi (Tari, 2013).

3. Inflamasi

a. Pengertian inflamasi

Inflamasi adalah suatu respon jaringan terhadap rangsangan fisik (zat-zat mikrobiologi) atau suatu zat kimiawi yang bersifat merusak. Rangsangan yang terjadi dapat menimbulkan lepasnya mediator inflamasi seperti bradikinin, histamin, serotonin, dan prostaglandin yang dapat menimbulkan reaksi peradangan berupa merah, nyeri, panas, bengkak serta kelainan fungsi. Kerusakan sel-sel akibat inflamasi akan berpengaruh pada selaput membran sel yang menyebabkan keluarnya enzim-enzim lisosomal dan asam arakhidonat dari sel leukosit. Metabolisme dari asam arakhidonat dapat menghasilkan prostaglandin yang mempunyai efek pada ujung saraf, pembuluh darah dan sel-sel yang terlibat inflamasi (Katzung, 2004).

b. Stadium dalam inflamasi

Stadium dalam inflamasi dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu inflamasi akut dan inflamasi kronis. Inflamasi akut adalah peradangan yang berlangsung relatif singkat, durasinya bisa dari beberapa menit sampai beberapa hari terhadap agen infeksi dan diikuti peningkatan plasma dan leukosit (utamanya granulosit) dari aliran darah menuju ke tempat infeksi atau cedera. Umumnya terjadi sebelum respon umum menjadi jelas dan ditujukan terutama menghilangkan agen penyebab gangguan dan membatasi jaringan yang rusak. Inflamasi akut dapat berkembang menjadi suatu inflamasi kronis bila terkena paparan secara terus menerus pada agen pemicu (Calder, dkk., 2013). Sedangkan untuk inflamasi kronis biasanya berlangsung selama berminggu-minggu dan bersifat berkepanjangan bahkan bisa tahunan. Radang kronis bisa dari perkembangan radang akut, jika agen penyebab masih tetap ada. Inflamasi kronis melibatkan pergeseran progresif sel yang berada pada lokasi peradangan dan kerusakan stimulan karena proses inflamasi yang sedang berlangsung (Calder, dkk., 2013).

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa inflamasi kronis sangat berkaitan erat dengan dengan peningkatan mutasi seluler yang menginisiasi timbulnya penyakit kanker (Albini & Sporn, 2007). Peradangan yang terjadi terus menerus pada pembuluh darah akan membentuk plak atau noda pada dinding pembuluh darah arteri

sehingga akan menimbulkan penyempitan pembuluh darah dan menyebabkan serangan jantung dan tekanan darah tinggi. Penyakit lain yang melibatkan adanya proses inflamasi kronis antara lain diabetes, arthritis, asma, alergi, penyakit Alzheimer, systemic lupus, anemia, psoriasis, pancreatitis, fibrosis, fibromyalgia dan penyakit autoimun lainnya sehingga diperlukan adanya obat inflamasi (Albini & Sporn, 2007).

c. Tanda-tanda inflamasi

Inflamasi dapat ditandai dengan adanya vasoliditas pembuluh darah bagian lokal yang dapat mengakibatkan terjadinya aliran darah yang berlebihan serta dapat mengakibatkan peningkatan permeabilitas kapiler. Inflamasi juga dapat menyebabkan pembekuan cairan di dalam ruang intersitial yang dapat disebabkan oleh fibrinogen dan protein lain yang terkait yang mengalami kebocoran dari kapiler dengan jumlah yang besar. Tanda klasik umum yang terjadi pada proses inflamasi, sebagai berikut:

1) Rubor atau kemerahan, yaitu tahap awal dari adanya proses inflamasi yang terjadi karena terkumpulnya darah disekitar daerah cedera akibat dari pelepasan mediator kimia tubuh. Saat terjadi reaksi radang maka pembuluh darah akan melebar sehingga akan lebih banyak darah yang mengalir ke bagian tubuh yang mengalami cedera.

- 2) Tumor atau pembengkakan, yaitu tahap lanjutan yang ditandai dengan adanya aliran plasma ke daerah cairan jaringan yang mengalami cedera.
 - 3) Kalor atau panas yang akan berjalan seiringan dengan tumor atau kemerahan karena disebabkan oleh bertambahnya pengumpulan darah serta karena adanya pirogen yang mengganggu pusat pengaturan panas pada hipotalamus.
 - 4) Dolor atau nyeri, yaitu adanya perubahan lokal ion-ion tertentu dapat merangsang ujung saraf, adanya pengeluaran zat kimia tertentu seperti histamin atau zat kimia bioaktif lainnya yang dapat merangsang saraf.
 - 5) *Funciolaesa* atau kelainan fungsi, adanya perubahan, gangguan, dan kegagalan fungsi pada daerah yang bengkak dan sakit disertai adanya sirkulasi yang abnormal akibat penumpukan dan aliran darah yang meningkat juga menghasilkan lingkungan lokal yang abnormal sehingga jaringan yang terinflamasi tidak berfungsi secara normal (Price dan Wilson, 2005).
- d. Faktor-faktor yang mempengaruhi inflamasi

1) Usia

Usia dapat mempengaruhi suatu proses peradangan. Peradangan kronis pada umumnya meningkat pada usia lebih tua dibandingkan dengan orang dewasa muda karena hilangnya masa otot dan kelemahan pada orang yang lebih tua. Penuaan adalah

efek kumulatif paparan dari berbagai pemicunya, seperti diet, kurangnya fisik aktivitas dan stres, usus mikrobiota, stres emosional dan lingkungan sosial yang buruk (Biagi, dkk., 2010).

2) Obesitas

Kegemukan atau obesitas dapat ditandai dengan adanya perluasan massa jaringan adiposa dan perubahan dalam distribusinya di tubuh. Jaringan adiposa akan mensekresi sitokin dan kemokin juga jumlah makrofag dan infiltrasi sel T akan meningkat dalam jaringan adiposa pada orang yang obesitas. Obesitas dikaitkan dengan keadaan peradangan kronis tingkat rendah (Skinner, dkk., 2010).

3) Aktifitas fisik

Kurangnya aktivitas fisik dapat menyebabkan akumulasi lemak visceral dan berakibat pada respon inflamasi. Sebaliknya, aktivitas fisik secara teratur dapat meningkatkan kesehatan dan berhubungan dengan anti-inflamasi pada tubuh. Dengan berolahraga dan beraktivitas fisik teratur, mengurangi massa lemak visceral dan menjadikan keadaan anti inflamasi di dalam tubuh (Walsh, dkk., 2011).

4) Merokok

Kita ketahui banyak sekali bahaya dari merokok. Ternyata tidak hanya rokok saja yang membahayakan tetapi asap rokok yang terhirup juga berbahaya bagi kesehatan. Asap rokok dapat

mengandung berbagai molekul oksidan dalam jumlah tinggi dan dapat menginduksi stres oksidatif yang kuat. Stres oksidatif yang terjadi dapat menginduksi respon peradangan (Petrescu, dkk., 2010).

5) Mikrobiota usus

Beberapa studi terbaru melaporkan adanya efek positif dari menggunakan probiotik, prebiotik dan kombinasinya pada peradangan usus. Mengonsumsi probiotik dapat menjaga kesehatan. Hal ini menunjukkan bahwa ada potensial baik untuk menekan jumlah bakteri patogen dan mengobati peradangan usus melalui manipulasi mikrobiota dan modifikasi dari interaksi dengan kekebalan sistem usus (Serino, dkk., 2011).

e. Respon inflamasi

Respon peradangan ini melibatkan beberapa mekanisme yaitu terjadinya peningkatan aliran darah ke bagian cedera atau luka jaringan, sehingga terjadi karakteristik inflamasi berupa (rubor) kemerahan dan (kalor) panas. Kemudian sel darah putih dan trombosit tertarik ke daerah tersebut dan bermigrasi melalui kapiler yang bocor untuk mengelilingi sel yang rusak. Lalu sel ini memfagositosis sel yang mati dan mikroorganisme serta merangsang pembekuan untuk mengisolasi infeksi dan mengontrol perdarahan. Pelepasan mediator dari sel ke daerah peradangan dan akhirnya berperan dalam melakukan perbaikan jaringan di lokasi peradangan. Termasuk

mediator lipid (misalnya prostaglandin dan leukotrien), mediator peptida (misalnya sitokin dan kemokin), spesies oksigen reaktif (misalnya superoksida), turunan asam amino (misalnya histamin) dan enzim (misalnya protease matrix), tergantung pada jenis sel yang terlibat, sifat pemicu peradangan dan lama respon inflamasi (Calder, dkk., 2013).

4. Radikal bebas

a. Pengertian radikal bebas

Radikal bebas adalah suatu senyawa atau molekul yang memiliki jumlah elektron bebas satu atau lebih dan tidak berpasangan. Sumber dari radikal bebas adalah berasal dari dalam (endogen) dan luar (eksogen) tubuh. Radikal bebas yang berasal dari endogen seperti inflamasi, iskemia, peroxisome, xantine oxidase, mitokondria dan fagositosis. Sedangkan untuk sumber eksogen (luar tubuh) antara lain karena terpapar sinar ultra violet, radiasi, obat-obatan tertentu (cyclosporine, tacrolimus, gentamisin, bleomycin), pestisida, polusi lingkungan (asap kendaraan, gas uangan pabrik, asap rokok), logam berat (Cd, Hg, Pb, Fe, As, dan aktifitas fisik yang berlebihan (Pham huy, dkk., 2008).

Radikal bebas sangat bersifat reaktif sehingga mudah menyerang sel-sel yang sehat dalam tubuh dan menarik elektron pada molekul lain (Hernani, 2006). Jumlah radikal bebas yang tinggi dapat memicu timbulnya kerusakan oksidatif yang dapat menyebabkan

kerusakan hati dan penyakit kronis lainnya (Muchtadi, 2013). Radikal bebas dibagi menjadi dua kelompok yang berbeda yaitu, *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan *Reactive Nitrogen Species* (RNS) (Marciniak, dkk., 2009).

b. RNS (*Reactive Nitrogen Species*) dan *Reactive oxygen species* (ROS)

RNS (*Reactive Nitrogen Species*) adalah senyawa pengoksidasi turunan nitrogen yang mencakup nitric oxide (NO), nitrogen dioxide (NO₂), dinitrogen trioxide (N₂O₃) dan peroxinitrit (ONOO⁻). *Reactive oxygen species* (ROS) merupakan suatu senyawa pengoksidase turunan oksigen yang bersifat sangat reaktif yang terdiri dari kelompok nonradikal dan kelompok radikal bebas. *Reactive Oxygen Species* (ROS) adalah oksigen reaktif yang kehilangan satu buah elektronnya sehingga cenderung menarik elektron dari lingkungan sekitarnya sehingga membentuk reaksi berantai (Halliwell and Whiteman, 2004). Pada keadaan stres oksidatif terbentuk *Reactive oxygen species* (ROS) yang terdiri dari radikal bebas oksigen dan derivatnya seperti O₂⁻, OH⁻ dan H₂O₂ (Muchtadi, 2013).

Sebagaimana sifat radikal bebas, ROS (*Reactive Oxygen Species*) akan bersifat aktif dan selalu mencari elektron lain agar dapat berpasangan dan dapat menyebabkan kerusakan sel, disfungsi membran, inaktivasi enzim, modifikasi protein dan juga dapat menyebabkan pecahnya rantai DNA. *Reactive Oxygen Species* (ROS) diperoleh dari proses biokimia di dalam tubuh (Alfarabi, dkk., 2010).

Reactive oxygen species (ROS) dalam jumlah yang berlebih dapat mengakibatkan terjadinya stres oksidatif sehingga terjadi kerusakan oksidatif pada protein, DNA dan lemak (Murray, dkk., 2001).

c. Stres oksidatif

Stres oksidatif merupakan proses terjadinya suatu kondisi dengan adanya ketidakseimbangan antara antioksidan dalam tubuh dengan produksi radikal bebas yang akan memicu suatu kondisi patologis seperti penyakit kardiovaskuler dan kanker (Yavari, dkk., 2015). Akibat dari stres oksidatif adalah terjadinya inflamasi, percepatan proses penuaan, dan munculnya berbagai perubahan metabolik, penyakit neurodegeneratif, patogenesis penyakit termasuk kardiovaskular dan kanker karena disebabkan kerusakan oksidatif mulai dari tingkat sel, jaringan hingga ke organ tubuh. Stres oksidatif dapat dirangsang oleh faktor oksidan eksternal dan senyawa yang merangsang produksi ROS atau melemahnya pertahanan antioksidan (Lushchak, 2014). Salah satu *biomarker* yang paling umum digunakan untuk mengukur derajat stres oksidatif adalah *malondialdehyde* atau yang lebih sering disebut pemeriksaan MDA (Ayala, dkk., 2014).

d. *Malondialdehyde*

Malondialdehyde merupakan salah satu *biomarker* yang paling umum digunakan untuk mengukur derajat stres oksidatif. *Malondialdehyde* atau lebih sering disebut dengan pemeriksaan MDA. *Malondialdehyde* dianggap sebagai indikator adanya radikal bebas

dalam tubuh. *Malondialdehyde* sendiri merupakan senyawa dialdehid yang termasuk dalam bagian dari produk akhir dari peroksidase lipid dalam tubuh baik melalui proses secara enzimatik maupun non enzimatik (Ayala, dkk., 2014). Sejumlah penelitian telah membuktikan bahwa *malondialdehyde* merupakan komponen pengukuran terhadap peroksidase lipid yang bersifat stabil dan akurat, selain itu juga menjelaskan peranan stres oksidatif pada sejumlah penyakit yang berperan dalam inflamasi.

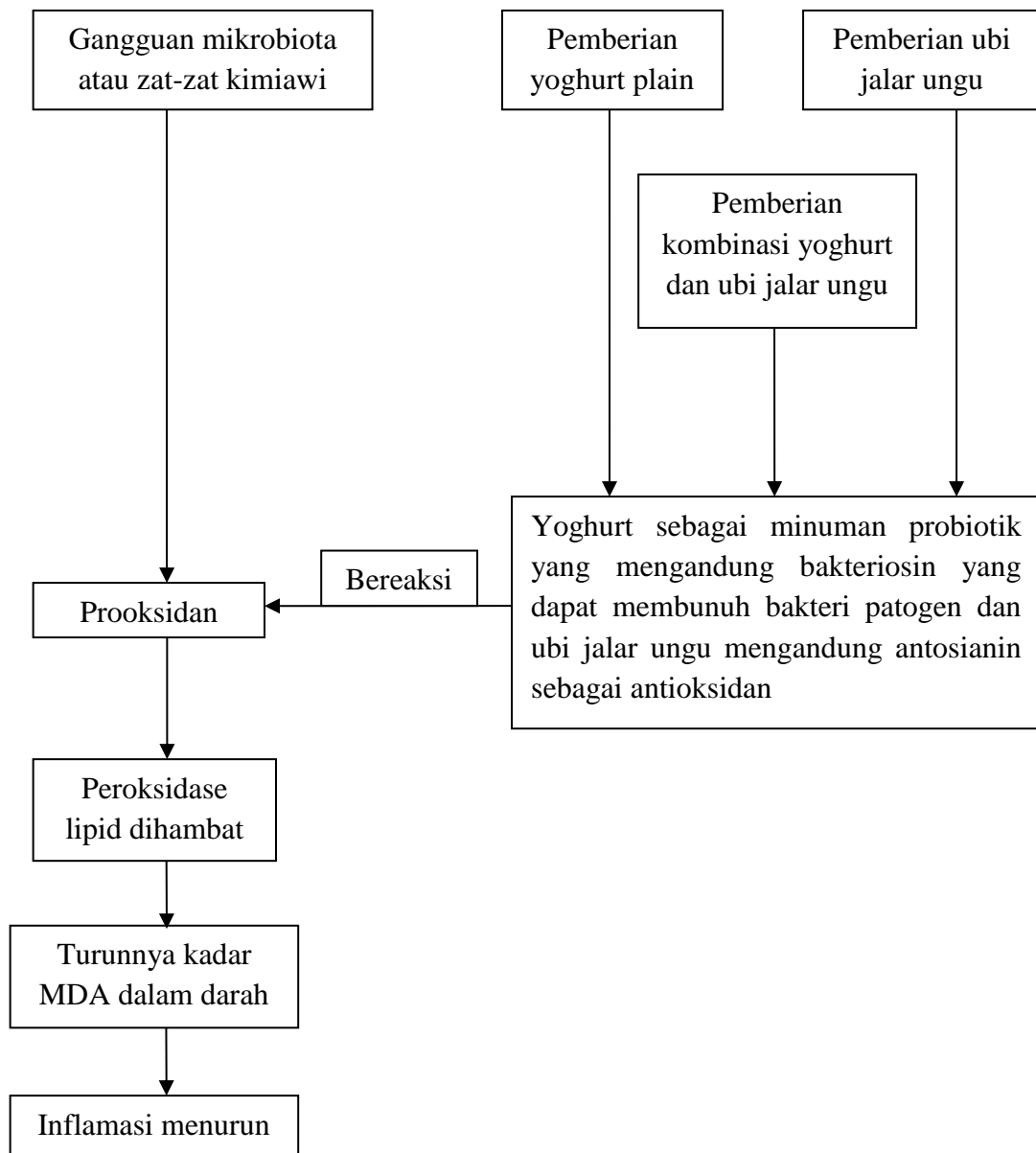
Keunggulan pemeriksaan *malondialdehyde* dibandingkan dengan pemeriksaan produk peroksidase lipid yang lain adalah harga yang lebih terjangkau dan bahan yang lebih mudah di dapat. Kelemahan dari pemeriksaan *malondialdehyde* adalah tidak adanya nilai normal dan tidak spesifik untuk penyakit tertentu karena dapat menginduksi beberapa kronis dan sistemik misalnya penyakit kardiovaskuler dan diabetes melitus (Birben, dkk., 2012). Tingginya kadar MDA dapat dipengaruhi oleh banyak hal, antara lain tingginya kadar peroksidase lipid dimana MDA sebagai produk akhirnya. Selain itu dipengaruhi juga oleh terjadinya dekomposisi asam amino, kompleks karbohidrat dan biosintesis prostaglandin.

Analisa *malondialdehyde* merupakan analisa untuk radikal bebas secara tidak langsung dan merupakan analisa yang cukup mudah guna menentukan jumlah dari radikal bebas yang terbentuk. Analisa radikal bebas secara langsung sangat sulit dilakukan, karena radikal

bebas ini bersifat tidak stabil. Reaksi dari radikal bebas ini sangat cepat sehingga pengukurannya sangat sulit jika dalam bentuk senyawa radikal bebas (Wojciech, dkk., 2002).

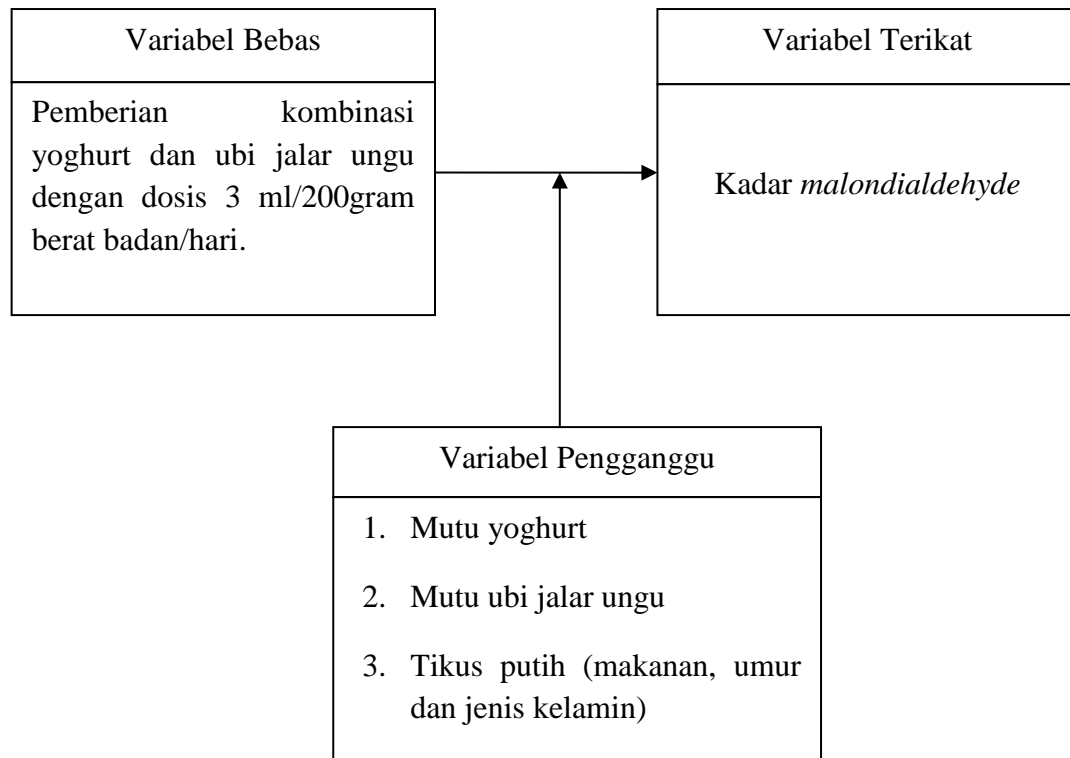
Kadar *malondialdehyde* dapat diukur dengan 3 metode yaitu spektrofotometri metode TBARs, HPLC (*high performance liquid chromatography*) dan ELISA (*enzyme-linked immunoabsorbent assay*). Metode pemeriksaan *malondialdehyde* yang digunakan biasanya adalah uji TBARs (*Thiobarbiturat Acid Reactive Substance*) yang merupakan pengujian untuk mengukur proses peroksidase lipid asam lemak tidak jenuh. Uji TBARs dinilai dapat menilai stres oksidatif berdasarkan reaksi asam thiobarbiturat dengan senyawa radikal bebas yang terbentuk. Reaksi yang terbentuk akan menghasilkan senyawa kompleks berwarna merah muda yang akan dibaca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 532 nm. Metode kromatografi dan ELISA memiliki spesifitas dan sensitivitas yang lebih baik dibandingkan metode TBARs (Halliwell, 2007). Pada dasarnya prinsip reaksi ketiga metode sama, pada ELISA akan terbentuk senyawa berwarna merah muda yang akan dibaca pada 450 nm di Microplate Reader ELISA. Kadar MDA yang diperiksa bisa berasal dari sampel plasma, jaringan maupun urine (Amalia, dkk., 2007).

B. Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 3. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Pemberian kombinasi yoghurt dan ubi jalar ungu dapat menurunkan kadar *malondialdehyde* pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi inflamasi.