

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Mellitus

Diabetes melitus (DM) merupakan kelainan metabolik yang paling umum, dengan perkiraan prevalensi seluruh dunia antara 1-5% (Susztak dkk., 2006). Berdasarkan data Riskesdas (Riset Kesehatan Dasar) Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI, diabetes melitus berdasarkan wawancara terjadi peningkatan dari 1,1% tahun 2007 menjadi 2,1% tahun 2013 (Anonim, 2017).

Jenis utama diabetes adalah diabetes tipe 1 dan diabetes tipe 2. Diabetes tipe 1 disebabkan oleh proses autoimun dimana sistem imun tubuh menghancurkan sel beta pankreatik yang menghasilkan insulin. Puncak insiden diabetes tipe 1 adalah pada masa pubertas dan diperlukan injeksi insulin harian untuk mengatasinya, sedangkan diabetes tipe 2 berhubungan dengan obesitas. Diabetes tipe 2 disebabkan oleh resistensi insulin bersama-sama dengan defisiensi insulin. Jenis diabetes ini terjadi pada masa dewasa dan merupakan penyebab epidemi diabetes di dunia (Brown, 2008 dalam Ngaisyah, 2010).

Salah satu cara untuk mengatasi masalah diabetes tersebut diperlukan manajemen untuk menjaga level gula darah berada dalam kondisi normal (60-120 mg/dl). Salah satu alternatif untuk menjaga gula darah adalah dengan mengkonsumsi produk pangan terutama makanan pokok (beras) yang memiliki indeks glikemik rendah. Pangan yang cepat menaikkan gula darah memiliki IG

yang tinggi dan sebaliknya yang lambat menaikkan gula darah memiliki IG rendah. Beras sejenis yang telah diproduksi adalah beras *parboiled*.

B. Padi Varietas Ciherang

Padi varietas ciherang merupakan hasil persilangan Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Varietas ciherang adalah hasil persilangan antara varietas padi IR64 dengan varietas/galur lain. Varietas tersebut tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri, produktivitas tinggi, mutu dan rasa nasi setara dengan varietas IR64 yang juga disukai petani (Anonim, 2009). Berdasarkan berat kering, kandungan protein beras varietas ciherang 10,3%, lemak 0,72%, dan karbohidrat 87,6%. Deskripsi kandungan zat gizi tiap 100 g beras ciherang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Zat gizi tiap 100 g beras ciherang

Parameter zat gizi	Jumlah
Energi	401,9 kalori
Vitamin B1	0,30 mg
Vitamin B2	0,13 mg
Vitamin B3	0,56 mg
Vitamin B6	0,12 mg
Asam folat	29,9 µg
Besi (Fe)	4,6 ppm
Seng (Zn)	23 ppm

Sumber: Anonim (2009)

Sifat fisikokimia seperti kandungan amilosa dan konsistensi gel menggambarkan rasa dan tekstur nasi setelah dingin. Beras varietas ciherang dengan kandungan amilosa 23,2% dan konsistensi gel 77,5 mm menghasilkan nasi yang enak dengan tekstur pulen yang digemari oleh umumnya konsumen (Indrasari, 2011).

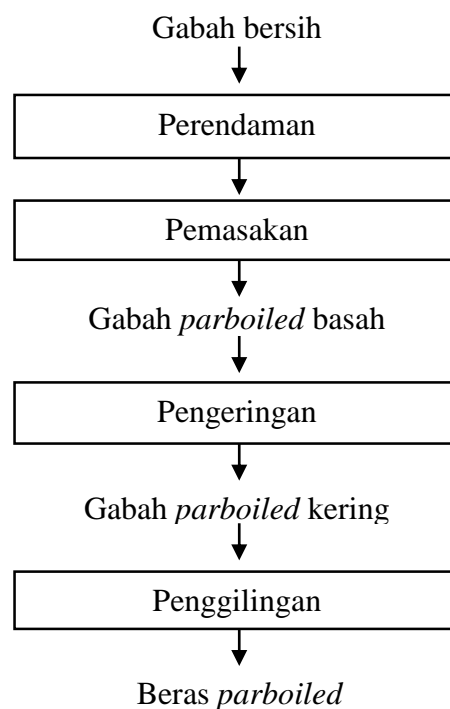
Widowati *et al.*, (2008) melaporkan bahwa IG nasi dari beras berkadar amilosa tinggi cenderung lebih rendah (48,7-86,5) dibanding dengan beras berkadar amilosa rendah (91,0-129,9). Hasil penelitian menunjukkan beras varietas ciherang mempunyai IG rendah (54,5) sehingga sesuai untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes.

C. Beras *Parboiled*

Beras *parboiled* disebut juga beras pratanak. Beras pratanak adalah beras yang dihasilkan dari gabah yang telah mengalami penanakan parsial melalui tahapan proses perendaman gabah dalam air dan pengukusan dengan uap panas kemudian dikeringkan sebelum digiling (Haryadi, 2006). Tujuan dari pengolahan beras pratanak adalah untuk menghindari kehilangan dan kerusakan beras, baik ditinjau dari nilai gizi maupun rendemen serta menurunkan nilai indeks glikemik dari beras yang dihasilkan (Hasbullah dan Pramita, 2013).

Prinsip beras *parboiled* adalah memperoleh biji yang patinya sudah tergelatinisasi sebelum digiling. Dalam suatu sistem klasik terdapat tiga tahap proses beras pratanak yaitu: perendaman (*steeping in water*), pengukusan (*steaming*), dan pengeringan (*drying*). Perendaman berfungsi untuk memasukkan air ke dalam ruang *inter cellular* dari sel-sel pati endosperm, dimana sebagian air tersebut nantinya akan diserap oleh sel-sel pati itu sendiri sampai pada tingkat tertentu dan cukup untuk proses gelatinisasi. Lama perendaman tergantung pada suhu air perendaman yang digunakan. Menurut Wimberly (1983), perendaman pada suhu lingkungan (20-30°C) memerlukan waktu selama 36-48 jam, namun jika perendaman dilakukan pada suhu 60-65°C hanya memerlukan waktu selama 2-4

jam. Pemakaian air dan panas mengakibatkan terjadinya modifikasi sifat fisik, kimia, fisiko-kimia, biokimia, estetika dan organoleptik (Tjiptadi dan Nasution, 1985 dalam Septriani, 2011), sedangkan menurut Ali dan Ojha (1976) prinsip dasar dari proses pratanak padi adalah pembersihan (*cleaning*), perendaman (*soaking*), pengukusan (*steaming*) dan pengeringan (*drying*). Selain keempat tahap tersebut, penggilingan (*milling*) juga tahap yang sangat penting dalam menghasilkan beras pratanak. Diagram alir proses pembuatan beras *parboiled* secara rinci disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan beras *parboiled* (Makfoeld, 1982)

Keuntungan dari *parboiling* dengan perlakuan tambahan dapat menekan kerusakan, kehilangan protein, vitamin dan mineral semiminal mungkin dan lebih resisten terhadap serangan serangga selama penyimpanan karena bersifat keras, sedangkan kelemahannya adalah memerlukan pemasakan yang lama dibanding

dengan beras biasa dan prosesnya memerlukan biaya yang lebih tinggi (Araullo, 1976).

Proses pratanak menyebabkan pengerasan lapisan aleuron yang mencegah hilangnya nutrisi (protein, lemak, mineral, thiamin) pada saat penyosohan, hal ini menyebabkan derajat sosohnya menurun. Hal ini disebabkan karena pada saat pengukusan gabah terjadi proses pragelatinisasi yang menyebabkan bekatul (aleuron) hampir seluruhnya berubah menjadi pasta dan mengeras pada bagian endosperm sehingga bagian endosperm yang terkikis saat proses penyosohan akan semakin sedikit (Haryadi, 2006).

Menurut Widowati *et al.*, (2008) peningkatan nilai gizi pada beras pratanak disebabkan oleh proses difusi dan panas yang melekatkan vitamin-vitamin dan nutrisi lainnya dalam endosperma. Beras pratanak memiliki kandungan vitamin B dan mineral (terutama Na, K, Ca, Mg) yang lebih tinggi dibandingkan beras giling biasa. Kandungan minyak dan protein sedikit lebih rendah, sehingga beras lebih tahan lama untuk disimpan. Proses pratanak dapat meningkatkan kandungan serat pangan total antara 50–80%, sedangkan daya cerna pati *in vitro* menurun 35–50% dan indeks glikemik menurun 16-32%. Perbandingan komposisi kimia beberapa jenis beras disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan komposisi kimia beras beberapa jenis beras (100 g)

Jenis beras	Air (g)	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)
Beras pecah kulit	13	335	7.4	1.9	76.2
Beras setengah giling	13	353	7.6	1.1	78.3
Beras giling	13	360	6.8	0.7	78.9
Beras <i>parboiled</i>	12	364	6.8	0.6	80.1

Sumber : Damardjati (1988) dalam Akhyar (2009)

D. Fortifikasi Beras

Fortifikasi adalah sebuah upaya yang sengaja dilakukan untuk menambah mikronutrien baik vitamin atau mineral ke dalam makanan, sehingga dapat meningkatkan kualitas nutrisi dari pasokan makanan dan bermanfaat bagi kesehatan masyarakat dengan resiko yang minimal untuk kesehatan. Tujuan utama adalah untuk meningkatkan tingkat konsumsi dari zat gizi yang ditambahkan dan untuk pencegahan defisiensi (Darlan, 2012). Pada umumnya jumlah vitamin dan mineral yang difortifikasikan pada produk pangan tidak melewati 20% RDA per sajian (Muchtadi, 2006).

Beras terfortifikasi merupakan beras yang difortifikasi dengan mikronutrien penting. Fortifikasi beras dapat menjadi strategi yang prospektif dalam mengatasi masalah kekurangan gizi mikro. Ada 2 metode fortifikasi beras yaitu fortifikasi bulir utuh dan fortifikasi dari rekonstitusi bulir melalui proses ekstrusi (Dexter, 1998 dalam Mridula dan Pooja, 2014). Dalam metode butiran utuh, mikronutrien pada beras premiks terfortifikasi diolah secara eksternal atau dicampur dengan bulir beras, sedangkan pada metode selanjutnya fortifikan ditambahkan pada tepung beras yang diikuti dengan ekstruksi sehingga menghasilkan produk yang menyerupai beras. Fortifikasi biasanya diterapkan pada sejumlah bulir beras, yang kemudian dicampur dengan beras normal pada rasio yang diinginkan.

Fortifikasi pangan adalah proses dimana zat gizi makro dan atau zat gizi mikro ditambahkan pada bahan pangan yang dikonsumsi secara umum. Fortifikasi beras untuk mencegah defisiensi mikronutrien dapat diterapkan terkait kasus penderita diabetes, Anderson (2008) melaporkan bahwa penderita diabetes

mengalami defisiensi kromium dan defisiensi vitamin D (Driver dkk., 2008) serta defisiensi magnesium (Dong dkk., 2011). Defisiensi mikronutrien mengakibatkan peningkatan kadar gula darah, maka diperlukan fortifikasi mikronutrien agar dapat meningkatkan efektivitas pengendalian gula darah penderita diabetes.

1. Kromium (Cr)

Kromium merupakan mineral penting bagi tubuh, khususnya untuk meningkatkan aksi insulin. Rekomendasi asupan bagi orang dewasa sebesar 25-35 µg per hari. Defisiensi kromium menyebabkan kadar gula darah tinggi (Smolin dan Grasvenor, 2007). Aksi kromium ditunjukkan melalui aktivasi peptida kecil dan meningkatkan aksi insulin dalam pengikatan reseptor insulin sehingga dapat meningkatkan glukosa atau gula darah masuk ke dalam sel. Suplementasi Cr dapat berupa Cr pikolinat atau CrCl₃, yang berturut-turut mengandung Cr 12% dan 33% (Phung dkk., 2010). Phung dkk., (2010) melaporkan bahwa suplementasi Cr (CrCl₃) dapat menurunkan kebutuhan insulin. Pemberian Cr dapat menurunkan gula darah puasa sebesar 10-38% dan menurunkan hemoglobin terglikosilasi sekitar 1%. Suplementasi sebesar 19,2 mikromol atau 1000 mikrog Cr sebagai kromium pikolinat pada penderita diabetes tipe 2 baik selama 2 maupun 4 bulan dapat menurunkan gula darahnya (Anderson dkk., 1997).

Rekomendasi batas aman kromium dalam makanan manusia adalah 50 sampai 200 µg per hari (Miller, 1992). Menurut Angka Kecukupan Gizi Indonesia (AKG) kecukupan kromium untuk pria sebesar 25-26 µg per orang per hari, sedangkan untuk wanita sebesar 19-30 µg per orang per hari (Anonim,

2012). Laporan dari Roussel dkk. (2007), kontribusi makanan berupa beras hanya sebesar 1,24 μg Cr/porsi. Laju absorpsi Cr anorganik sangat rendah, yaitu sebesar 0,4-3% dari dosis asupan harian. Absorpsi Cr dari CrCl_3 dan Cr asetat sekitar 0,5%. Cr klorida, Cr pikolinat, dan Cr polinikotinat sering digunakan sebagai sumber suplemen Cr (Krejpcio, 2001).

2. Magnesium (Mg)

Magnesium merupakan salah satu mikromineral yang memegang peranan penting pada homeostasis glukosa dan kerja insulin. Perubahan distribusi magnesium dalam tubuh telah dikaitkan dengan beberapa penyakit terutama diabetes melitus. Pentingnya asupan magnesium yang cukup terutama pada individu dengan diabetes melitus, dapat dikaitkan dengan perannya dalam pemeliharaan homeostatis glukosa darah bersama dengan aktivasi faktor-faktor yang terlibat dalam sensitivitas insulin (Cristiane *et al*, 2011).

Kebutuhan magnesium pada bayi 40-70 mg/hari, anak-anak 50-250 mg/hari, orang dewasa 300-400 mg/hari (188-33 mEq/hari), wanita hamil dan menyusui 450 mg/hari (Watts, 1997), sedangkan di Indonesia kecukupan magnesium pada anak/bayi 30-118 mg/orang/hari, pria 148-348 mg/orang/hari, wanita 155-330 mg/orang/hari (Anonim, 2012).

E. Ekstrak Daun Pandan Wangi

Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius roxb*) merupakan famili dari *Pandanaceae*. Pandan wangi merupakan tanaman tropis yang banyak terdapat di dunia terutama wilayah Asia Pasifik. Aktivitas antioksidan dalam ekstrak air

pandan wangi didukung dengan adanya senyawa bioaktif seperti tanin, alkaloid, flavonoid, dan polifenol. Daun tanaman pandan wangi memiliki kemampuan sebagai antikanker, antimikroba, menurunkan kadar kolesterol dan kadar glukosa darah, bersifat antibiotik, dan dapat memberikan peningkatan kekebalan tubuh (Sumastuti, 2002).

Faras dkk., (2014) melaporkan bahwa daun pandan mempunyai aroma khas yang diduga berasal dari senyawa turunan asam amino fenil alanin yaitu *2-acetyl-1-pyrroline*. Sementara itu, Prameswari dan Widjanarko (2014) melaporkan bahwa ekstrak air pandan mempunyai kemampuan untuk menurunkan kadar glukosa darah tikus diabetes. Daun pandan mengandung polifenol, tanin, alkaloid, saponin dan flavonoida (Sugati dan Jhony, 1991). Beberapa senyawa tersebut diketahui mempunyai aktivitas antioksidan dan hipoglikemik (Negri, 2005). Selain itu juga, Sukandar dkk. (2010) melaporkan bahwa ekstrak daun pandan wangi memiliki aktivitas antidiabetes dengan aktivitas penghambatan (IC50) sebesar 94,23 ppm. Adapun senyawa yang diduga memiliki aktivitas antidiabetes ini adalah steroid. Dengan demikian, untuk memberikan aroma agar lebih disukai dan juga memberikan efek hipoglikemik pada beras *parboiled* yang dihasilkan, maka pada tahap perendaman dan/atau pemasakan pada proses *parboiling* ditambahkan ekstrak pandan.

Tanin mempunyai aktivitas hipoglikemik yaitu dengan meningkatkan glikogenesis. Selain itu, tanin juga berfungsi sebagai *astringent* atau pengkhelat yang dapat mengerutkan membran epitel usus halus sehingga mengurangi

penyerapan sari makanan dan sebagai akibatnya menghambat asupan gula dan laju peningkatan gula darah tidak terlalu tinggi (Dalimartha, 2005).

Analisis kandungan total senyawa fenol dilakukan untuk mengetahui besarnya senyawa bioaktif, yang berpotensi mempunyai aktivitas antioksidan seperti yang terdapat pada ekstrak pandan. Senyawa fenolik yang ada dalam beras antara lain asam galat, asam prokatekuat, asam p-hidroksi benzoat, guaiakol, p-kresol, o-kresol dan 3,5 silenol (Vichapong *et al.*, 2010). Berdasarkan perbedaan strukturnya flavanoid dibedakan atas flavonol, flavon, flavanol, isoflavon, flavanon, anthosianidin, dan proanthosianidin (Lugasi *et al.* 2003).

F. Modifikasi Proses *Parboiling*

1. Penambahan ekstrak pandan

Proses *parboiling* adalah proses gelatinisasi pati di dalam beras. Pada proses gelatinisasi pati terjadi pengembangan granula secara *irreversible* dan kompaknya granula pati. Hal tersebut membutuhkan kandungan air 30-35% dan panas ± 26 kkal per kg gabah untuk kesempurnaan proses (Garibaldi, 1974 dalam Widowati, 2007). Perendaman gabah dilakukan untuk meningkatkan air hingga cukup dalam proses gelatinisasi. Tujuan perendaman adalah untuk memasukkan air ke dalam ruang interseluler dari sel-sel pati endosperm, dan sebagian air diserap oleh sel-sel pati tersebut sampai tingkat tertentu sehingga cukup untuk proses gelatinisasi (Nurhaeni, 1980 dalam Widowati, 2007).

Penambahan ekstrak pandan pada proses perendaman dan/atau pemasakan (gelatinisasi) diharapkan mampu memperbaiki aroma beras

parboiled yang kurang disukai oleh panelis. Hal ini mengacu pada laporan Wakte *et al.*, (2009) bahwa senyawa kimia yang berkontribusi pada aroma beras aromatik adalah *2-Acetyl-1-Pyrroline* (2AP) yang dapat ditemukan secara alami pada daun pandan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yahya (2011) bahwa pada nasi yang dimasak dengan penambahan daun pandan mempunyai profil aroma yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan nasi dari beras biasa.

Senyawa 2AP merupakan senyawa hidrofilik yang sangat larut dalam air. Kelompok hidroksil dari molekul 2AP mampu mengikat molekul air melalui ikatan hidrogen (Boutboul *et al.*, 2002). Senyawa 2AP mampu mengikat molekul air, diharapkan pada proses perendaman dan/atau pemasakan gabah yang ditambahkan dengan ekstrak pandan, senyawa tersebut ikut masuk kedalam granula pati sehingga mempengaruhi aroma beras *parboiled* yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan laporan Kusnandar (2010) bahwa proses gelatinisasi terjadi melalui 3 fase yaitu (1) air secara perlahan-lahan dan bolak-balik berimbibisi kedalam granula. Pada proses ini diharapkan senyawa 2AP yang berikatan dengan air ikut masuk kedalam granula pati beras, (2) terjadi pengembangan granula dengan cepat, (3) adanya panas yang terus menerus dan air berlebih menyebabkan amilosa terdifusi keluar granula. Fraksi lurus amilosa mempunyai kemampuan untuk membentuk kompleks dengan berbagai senyawa termasuk iodine, lipid, senyawa aroma, alkohol, aldehid, terpena dan lakton (Heinemann *et al.*, 2005). Proses pemasakan secara terus menerus dapat meningkatkan jumlah amilosa yang terdifusi keluar dari

granula. Amilosa membentuk jaringan 3 dimensi pada permukaan pati yang dapat mengikat molekul 2AP (Porrarud dan Pranee, 2010). Dikarenakan karakteristik hidrofil yang dimiliki 2AP, interaksi antara molekul amilosa dan 2AP terjadi melalui ikatan hidrogen yang hampir sama dengan interaksi pati dan molekul air (Yahya, 2011).

Sementara itu, ekstrak pandan juga mempunyai senyawa bioaktif diantaranya adalah tanin atau polifenol, alkaloid, dan flavonoid (Dalimartha, 2005). Widowati (2007) melaporkan bahwa ekstrak teh yang ditambahkan pada proses pembuatan beras fungsional mampu meningkatkan kadar fenol bebas pada beras pratanak fungsional dari 0,07% (beras pratanak) menjadi 0,73% (beras pratanak fungsional). Hal ini berarti penambahan ekstrak teh dapat menghasilkan beras fungsional yang memiliki aktivitas antioksidatif. Lebih lanjut Widowati *et al.*, (2007) melaporkan bahwa dalam proses produksi beras fungsional, yaitu pada proses pratanak menggunakan ekstrak teh hijau akan terbentuk kompleks antara pati dan polifenol. Akibatnya enzim pencernaan menjadi tidak dapat mengenali sisi atau bagian pati yang secara normal dihidrolisis oleh enzim tersebut. Semakin banyak ikatan pati dengan polifenol, semakin banyak sisi yang tidak dapat dikenali oleh enzim pencernaan, sehingga kemampuan hidrolisis pati menurun atau daya cerna pati menjadi rendah yang pada akhirnya fluktuasi kadar glukosa darah relatif kecil (IG rendah).

2. Pendinginan

Proses pendinginan yang dilakukan pada gabah dapat mempengaruhi beras *parboiled* yang dihasilkan. Pendinginan yang dilakukan pada pati tergelatinisasi akan mengakibatkan terjadinya retrogradasi pati. Pati yang teretrogradasi berubah struktur kristal pati yang mengarah pada terbentuknya kristal baru yang tidak larut. Gelatinisasi dan retrogradasi dapat mempengaruhi pencernaan pati di dalam usus halus (Englyst and Cumming, 1987). Retrogradasi pati beras terjadi jika pati didinginkan pada suhu 4°C selama 24 jam. Pada suhu 4°C tingkat rekristalisasi pati beras mencapai titik tertinggi (Frei dkk., 2003).

Pada waktu pati dipanasi dengan adanya air yang berlebihan akan mengakibatkan gelatinisasi granula pati. Proses ini ditandai dengan terjadinya penggelembungan dan pelarutan pati yang tidak dapat kembali ke bentuk semula (*irreversible*), dilanjutkan dengan kerusakan kristal molekul pati oleh panas dan lebih banyak air yang masuk dan membasahi granula (Juliano, 1985). Hidrasi pati yang diikuti dengan pemasakan pada suhu tinggi serta pendinginan kembali terhadap granula pati terlarut dapat menyebabkan perubahan struktur yang mengakibatkan terbentuknya pati teretrogradasi, dimana rantainya saling sejajar dan berikatan satu dengan yang lain atau berikatan dengan komponen lain seperti protein (Anonim, 1990). Pati ini bersifat tidak larut dan lebih sulit diserang oleh enzim amilase. Snow dan O`Dea (1981) melaporkan bahwa pada sereal, pemasakan dapat menaikkan pati yang dapat terhidrolisis disebabkan oleh gelatinisasi pati sehingga lebih

mudah diserang enzim atau lebih mudah dicerna. Tetapi, pendinginan atau pembekuan mendorong terbentuknya pati teretrogradasi yang dapat mempengaruhi pencernaan pati. Englyst dan Cummings (1987) berpendapat bahwa pendinginan setelah dilakukannya pemasakan akan mengubah keadaan fisik polisakarida sehingga menurunkan kecernaannya.

Pada pati teretrogradasi, rantainya saling sejajar dan berikatan satu dengan yang lain atau berikatan dengan komponen lain seperti protein (Anonim, 1990). Pati ini bersifat tidak larut dan lebih sulit diserang oleh enzim amilase. Dengan demikian, proses pencernaan berjalan secara lambat, sehingga laju pengosongan perut berlangsung lambat. Hal ini menyebabkan suspensi pangan lebih lambat mencapai usus kecil, sehingga penyerapan glukosa pada usus kecil menjadi lambat sehingga pada akhirnya fluktuasi kadar glukosa darah pun relatif kecil (Arif *et al.*, 2013).

Sementara itu, adanya proses perendaman pada gabah selama proses *parboiling* dapat meningkatkan kandungan lemak dalam gabah, sehingga akan memberikan peluang yang lebih besar terjadinya proses oksidasi selama pendinginan berlangsung yang berakibat pada proses ketengikan. Hal ini sesuai dengan Prabowo (2006) bahwa kandungan lemak yang relatif tinggi akan memungkinkan timbulnya bau tengik akibat oksidasi.

G. Sifat Fisik Beras *Parboiled*

Sifat fisik dan kimia beras sangat menentukan mutu tanak dan mutu rasa nasi yang dihasilkan. Sifat beras yang digunakan sebagai kriteria mutu tanak dan

pengolahan beras adalah kadar amilosa, uji *alkali spreading value* untuk menduga suhu gelatinisasi, kapasitas penyerapan air pada suhu 70°C (Damardjati dan Purwani 1991).

1. Ukuran dan bentuk beras

Klasifikasi beras berdasarkan ukuran panjang dan bentuknya disajikan pada Tabel 3. Ukuran dan bentuk beras *parboiled* berpengaruh terhadap mutu beras. Berdasarkan ukuran panjang biji, beras dikelompokkan ke dalam beras sangat panjang, panjang, sedang, dan pendek. Bentuk beras dikelompokkan berdasarkan rasio ukuran panjang (P)/lebar (L) beras dibedakan menjadi beras berbentuk lonjong, sedang, agak bulat, dan bulat (Damardjati dan Purwani,1991). Penelitian sebelumnya, Hidayat (2016) menyatakan bahwa beras *parboiled* yang difortifikasi dengan kromium, magnesium, dan vitamin D dengan penambahan ekstrak pandan dan *edible film* dengan kadar yang berbeda mempunyai panjang berkisar antara 6,44-6,78 mm dan lebar berkisar antara 1,90-1,98, serta mempunyai nisbah berkisar antara 3,30-3,50 sehingga beras *parboiled* diklasifikasikan berukuran panjang dan bentuknya lonjong.

Tabel 3. Standar beras berdasarkan panjang dan bentuk biji beras

Ukuran	Beras giling	Beras pecah kulit
Panjang (mm)		
Sangat panjang (<i>extra long</i>)	$\geq 7,00$	$> 7,50$
Panjang (<i>long</i>)	6,00-6,99	6,61-7,50
Sedang (<i>medium</i>)	5,00-5,99	5,51-6,60
Pendek (<i>short</i>)	$< 5,00$	$< 5,50$
Bentuk (rasio panjang/lebar)		
Lonjong (<i>slender</i>)	$> 3,00$	$> 3,0$
Sedang (<i>medium</i>)		2,1-3,0
Agak bulat (<i>bold</i>)	2,0-3,0	1,1-2,0
Bulat (<i>round</i>)	$< 2,0$	$< 1,1$

Sumber : (Webb, 1980 dalam Damardjati dan Purwani,1991)

2. Warna beras

Warna merupakan suatu sifat bahan yang berasal dari penyebaran spektrum sinar, begitu juga dengan kilap dari bahan yang dipengaruhi oleh sinar pantul. Karakteristik fisik beras giling yang berperan dalam menentukan tingkat penerimaan adalah warna beras. Beras giling yang diperoleh umumnya berwarna putih karena telah terbebas dari bagian dedaknya yang berwarna coklat (Koswara, 2009). Perlakuan *parboiling* mengakibatkan perubahan warna gabah sehingga menurunkan nilai *lightness* (derajat keputihan). *Lightness* dari beras pratanak dipengaruhi terutama oleh suhu dan waktu pengukusan. Semakin meningkatnya suhu perendaman, nilai warna beras pratanak juga meningkat, namun derajat keputihan semakin menurun (Bhattacharya, 1996 dalam Sareepuang, 2008). Penelitian yang dilakukan oleh Permana (2014), menyatakan bahwa penambahan ekstrak herbal mempengaruhi *color value* dan *lightness* beras *parboiled* yang dihasilkan, semakin besar konsentrasi ekstrak herbal yang ditambahkan semakin besar pula nilai *color value* atau semakin gelap beras *parboiled* yang dihasilkan sedangkan nilai *lightness* yang diperoleh akan semakin berkurang atau semakin gelap. Selain itu juga dipengaruhi oleh proses pendinginan, semakin lama pendinginan maka warna dari beras akan berkurang intensitas kecerahannya dikarenakan menurunnya nilai *lightness* dari beras tersebut.

Perubahan warna yang disebabkan oleh perlakuan *parboiling* adalah indikator kualitas yang penting. Efek negatif dari *parboiling* yaitu beras pratanak yang berwarna gelap menyebabkan kehilangan konsumen dan pasar

di beberapa negara. Dilaporkan bahwa perubahan warna beras pratanak disebabkan oleh reaksi pencoklatan maillard non enzimatis dan kondisi proses selama pemasakan menentukan intensitas warna. Selain itu, warna pigmen dari sekam juga berkontribusi dengan cara menyebar ke endosperm selama perendaman (Sareepuang, 2008).

3. Tekstur

Tekstur merupakan sifat sensoris bahan pangan yang berhubungan dengan indera peraba dan perasa yang dapat diukur secara obyektif dengan alat mekanik yang dinyatakan dalam suatu unit dasar massa maupun gaya (Kramer, 1973). Terdapat hubungan langsung antara komposisi bahan kimia dari makanan, sifat fisik atau mekanik dan hasil dari sifat fisik atau mekanis tersebut. Tekstur ditentukan dari respon bahan pangan terhadap gaya yang diberikan. Tekstur suatu bahan makanan tidak hanya dilihat dari gaya tekan (kekerasan) saja, tetapi dari nilai deformasinya.

Tekstur pada bahan pangan sangat ditentukan oleh kadar air, kandungan lemak dan jenis karbohidrat serta protein penyusunnya. Bahan pangan dengan kadar air rendah dan kadar pati tinggi memiliki tekstur yang lebih keras (Singgih dan Harijono, 2015). Selain itu juga dipengaruhi oleh proses pendinginan, semakin lama pendinginan maka kadar airnya semakin rendah sehingga menyebabkan tekstur menjadi lebih keras.

Penelitian yang dilakukan oleh Ulfah (2013) menyatakan bahwa semakin lama perendaman gabah maka nasi yang dihasilkan akan semakin keras. Kerasnya tekstur nasi yang dihasilkan dari beras *parboiled* terfortifikasi

kromium dipengaruhi oleh kadar amilosa, semakin tinggi kadar amilosa maka tekstur nasi yang dihasilkan akan semakin keras.

4. *Bulk density*

Bulk density (densitas kamba) merupakan rasio antara massa dan volume penampung substansi. Besarnya densitas kamba suatu bahan berpengaruh terhadap tempat yang dibutuhkan untuk bahan tersebut. Semakin besar densitas kamba (partikel), maka semakin kecil tempat yang dibutuhkan. Densitas kamba dari gabah berguna dalam merancang silo dan tempat penyimpanan gabah (Nalladulai dkk., 2002 dalam Varnamkhasti dkk., 2008). Densitas kamba dipengaruhi oleh jenis bahan, kadar air, bentuk, dan ukuran bahan. Semakin kecil densitas kamba maka produk tersebut makin porous (Suliantari, 1988 dalam Widowati dkk., 2010).

Bahan dinyatakan kamba jika densitas kambanya kecil, berarti untuk berat yang ringan membutuhkan ruang yang besar. Spesifikasi Amerika dalam bidang kemilauan dan pertahanan menetapkan standar untuk densitas kamba beras pasca tanak yang berkisar antara 0,40 sampai 0,42 g/ml. Densitas kamba beras pasca tanak yang lebih rendah dari 0,36 g/ml akan menghasilkan produk yang lembek seperti bubur nasi pada waktu rekonstitusi (Carlson *et al.*, 1976).

H. Sifat Kimia Beras *Parboiled*

Bagian gabah yang dimakan adalah kariopsis yang terdiri dari 75% karbohidrat dan 8% protein pada kadar air 14%. Penyusun lainnya adalah lemak, serat dan abu yang terdapat dalam jumlah sedikit. Bagian endosperm atau bagian

gabah yang diperoleh setelah penggilingan yang kemudian disebut beras giling mengandung 78% karbohidrat dan 7% protein (Haryadi, 2006).

1. Kadar air

Kadar air menunjukkan jumlah air yang terkandung dalam bahan. Dua basis yang digunakan untuk menunjukkan kandungan air dalam bahan adalah kadar air basis basah dan kadar air basis kering. Kadar air basis basah adalah jumlah air yang terdapat dalam suatu massa bahan basah. Sedangkan kadar air basis kering adalah jumlah air yang terdapat dalam suatu massa bahan padatan kering (Singh dkk., 2009). Kadar air beras giling berdasarkan persyaratan mutu beras menurut SNI 6128: 2008 adalah sebesar 14%.

Penetapan kandungan air dapat dilakukan beberapa cara, hal ini tergantung pada sifat bahannya. Pada umumnya penentuan kadar air dilakukan dengan mengeringkan bahan dalam oven pada suhu 105-110°C selama 3 jam atau didapat berat yang konstan. Penentuan kadar air pada metode oven didasarkan pada banyaknya air yang hilang dari produk (Brooker *et al.*, 1974). Penelitian Yulianto dkk., (2012) menyatakan bahwa beras *parboiled* terfortifikasi kromium tanpa penambahan ekstrak herbal mempunyai kadar air sebesar 12,65%. Salah satu faktor yang mempengaruhi kadar air adalah proses pendinginan karena semakin lama pendinginan, kemampuan menyerap air semakin rendah sehingga menyebabkan kadar air menurun.

2. Kadar pati

Pati merupakan homopolimer dari glukosa dengan ikatan α -glikosidik yang terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi yang

larut air disebut amilosa (polimer linier), sedangkan polimer yang tidak larut air disebut amilopektin (polimer bercabang). Komponen utama yang ada dalam beras adalah karbohidrat. Karbohidrat tersebut terdiri dari pati sebagian besar dan bagian kecilnya adalah gula, selulosa, hemiselulosa dan pentosa. Pati yang ada dalam beras 85-90% dari berat kering beras, pentose 2,0-2,5% dan gula 0,6-1,4% dari berat beras pecah kulit. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa proses *parboiling* terhadap gabah mampu menurunkan kadar pati dari beras *parboiled* yang dihasilkan. Oleh karena itu sifat-sifat pati merupakan faktor yang dapat menentukan sifat fisikokimia dari beras (Haryadi, 2006). Penelitian Thoriqna (2017) menyatakan bahwa kadar pati dari beras *parboiled* yang difortifikasi magnesium dan kromium berkisar antara 42,37-47,29%. Kadar pati juga dipengaruhi oleh pendinginan karena saat proses pendinginan terjadinya pembentukan kristal kompleks amilosa dan lipid yang tingkatnya dipengaruhi oleh temperatur dan kadar air.

3. Kadar amilosa

Berdasarkan kandungan amilosanya, beras dibagi menjadi 3 golongan yaitu kandungan amilosa rendah (<20%), menengah (20-25%) dan tinggi (>26%). Beras dengan kadar amilosa rendah akan menghasilkan nasi yang pulen, lekat, empuk, enak dan mengkilat. Beras beramilosa sedang akan menghasilkan nasi yang masih bersifat empuk walaupun dibiarkan beberapa jam, sedangkan beras yang beramilosa tinggi, nasinya keras (pera) dan berderai (Juliano, 1976 dalam Haryadi, 2006). Beras varietas ciherang dengan kandungan amilosa 23,2% menghasilkan nasi yang enak dengan tekstur pulen

yang digemari oleh konsumen pada umumnya. Kadar amilosa beras tergantung pada varietasnya, yaitu sekitar 7-37% berat kering. Penelitian Wijaya (2015), menyatakan bahwa beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan berbagai kadar dan jenis sumber Cr dengan pengkayaan ekstrak pandan dan kayu manis termasuk dalam beras berkadar amilosa sedang (20,60-20,87%). Kadar amilosa juga dipengaruhi oleh pendinginan, dengan adanya pendinginan dapat menurunkan kandungan amilosa beras, semakin lama pendinginan maka kandungan amilosanya semakin menurun.

4. Kadar total fenol

Kandungan total senyawa fenol dilakukan untuk mengetahui besarnya senyawa bioaktif, yang berpotensi mempunyai aktivitas antioksidan. Senyawa fenolik yang ada dalam beras antara lain asam galat, asam prokatekuat, asam-p-hidroksi benzoat, guaiakol, p-kresol, o-kresol dan 3,5 silenol (Vichapong *et al.*, 2010). Berdasarkan strukturnya, flavonoid dibedakan atas flavonol, flavon, flavanol, isoflavon, flavanon, anthosianidin, dan proanthosianidin (Lugasi *et al.*, 2003). Reduksi reagen Folin-Ciocalteu oleh senyawa fenolik menyebabkan larutan berubah warna menjadi biru. Semakin banyak senyawa fenolik yang terkandung mengakibatkan semakin besar intensitas biru yang terbentuk. Kandungan senyawa fenol dipengaruhi oleh penambahan ekstrak herbal dan pendinginan, semakin banyak ekstrak herbal yang ditambahkan maka semakin tinggi kadar fenolnya, sedangkan semakin lama pendinginan maka semakin tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Permana (2014), menyatakan bahwa penambahan ekstrak pandan pada beras *parboiled*

menyebabkan kadar total fenol yang dihasilkan menjadi semakin tinggi dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenol seperti tanin, polifenol, flavonoid dan alkaloid.

5. Kadar gula total dan gula reduksi

Gula total merupakan campuran gula reduksi dan non reduksi yang merupakan hasil hidrolisa pati. Semua monosakarida dan disakarida, kecuali sukrosa berperan sebagai agensia pereduksi dan karenanya dikenal sebagai gula reduksi. Kemampuan senyawa-senyawa gula mereduksi agensia pengoksidasi mendasari berbagai cara pengujian untuk glukosa dan gula-gula reduksi lainnya.

Gula pereduksi adalah gula berupa monosakarida dan disakarida yang mempunyai gugus hidroksi bebas dan reaktif. Peningkatan kadar gula pereduksi dipengaruhi oleh peningkatan jumlah amilosa rantai pendek yang terbentuk sebagai akibat degradasi pati yang menyebabkan putusnya ikatan linier α -1,4 glikosidik sehingga terukur sebagai gula pereduksi (Zaragoza dkk., 2010 dan Moongngarm, 2013).

Proses pendinginan dan penambahan ekstrak herbal mempengaruhi kadar gula reduksi dan gula total beras, karena semakin lama pendinginan maka kadar gula yang dihasilkan semakin rendah.

I. Mutu Tanak

Mutu tanak merupakan mutu atau kualitas nasi akibat adanya perubahan fisikokimia dari beras menjadi nasi. Hingga saat ini di Indonesia mutu tanak belum

dijadikan sebagai syarat dalam menentukan mutu beras, lain halnya dengan di dunia internasional, mutu tanak merupakan persyaratan utama dalam pengolahan beras. Parameter yang dapat menentukan mutu tanak (*cooking quality*) antara lain suhu gelatinisasi, komposisi amilosa, waktu tanak, pemanjangan butir, penyerapan air, pengembangan volume dan mutu inderawi nasi (Utomo, 1999).

Ciri-ciri umum yang mempengaruhi mutu tanak ialah pengembangan volume, kemampuan pengikatan air, stabilitas pengalengan nasi *parboiling*, lama waktu penanakan, dan sifat viskositas pati. Namun demikian, pada penetapan ciri mutu tanak dan prosesing, digunakan penentuan sifat-sifat fisik dan kimia yang dapat diukur secara obyektif dengan cepat, mudah, dan murah. Sifat beras yang digunakan sebagai ciri penentu mutu tanak dan *processing* adalah kadar amilosa, uji alkali untuk menduga suhu gelatinisasi, kemampuan pengikatan air pada suhu 70°C, stabilitas pengalengan nasi *parboiling*, dan sifat amilografi (Haryadi, 1992).

1. *Cooking Time*

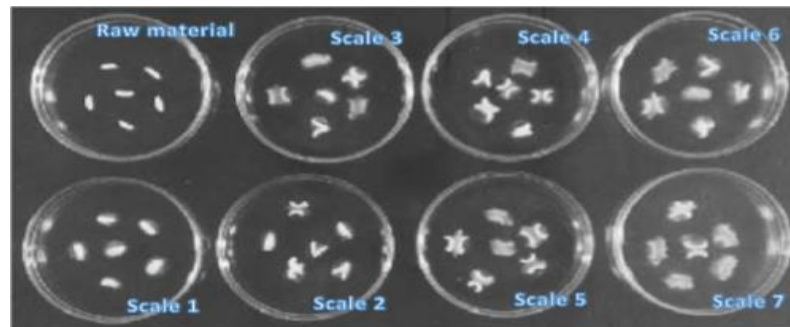
Cooking time merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur waktu pemasakan beras menjadi nasi. Lamanya waktu pemasakan tergantung pada sifat beras dan banyaknya air yang digunakan. Lama penanakan berkorelasi positif dengan kadar protein dari suhu gelatinisasi (IRRI 1964 dalam Hubies 1985). Menurut Juliano (1973) mengatakan bahwa beras dengan protein tinggi (>8%) atau bersuhu gelatinisasi tinggi (>74°C) memerlukan air lebih banyak dan waktu penanakan yang lebih lama dari yang bernilai sebaliknya. Yulianto dkk., (2015) melaporkan waktu pemasakan (*cooking time*) beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan berbagai ekstrak herbal

berkisar 24-27 menit. Pada penelitian yang lain Yulianto dkk., (2012) menyatakan bahwa *cooking time* terbaik pada beras *parboiled* terfortifikasi kromium selama 24 menit. Beras tanpa perlakuan *parboiling*, memiliki waktu pemasakan 28 menit. Hasil penelitian ini berbeda dengan yang dilaporkan oleh Otegbayo *et al.*, (2001) yang menyatakan bahwa *cooking time* dari dua beras varietas lokal pada daerah yang sama berkisar 52 dan 56 menit. Pendinginan mempengaruhi *cooking time* beras menjadi nasi, karena semakin lama pendinginan sifat beras menjadi semakin keras sehingga membutuhkan air yang lebih banyak dan waktu pemasakan yang lebih lama.

2. *Alkali Spreading Value*

Nilai pengembangan alkali (*alkali spreading value*) berhubungan langsung dengan suhu gelatinisasi. Suhu gelatinisasi adalah suhu pada saat granula pati pecah dengan penambahan air panas. Beras dapat digolongkan menjadi tiga kelompok menurut suhu gelatinisasinya, yaitu suhu rendah (55-69°C), sedang (70-74°C), dan tinggi (>70°). Suhu gelatinisasi berpengaruh terhadap lama pemasakan. Beras yang mempunyai suhu gelatinisasi tinggi membutuhkan lebih banyak air dan waktu pemasakan lebih lama dari pada beras yang mempunyai suhu gelatinisasi rendah. Keragaman suhu gelatinisasi ini kemungkinan besar disebabkan oleh keragaman kekompakan granula pati. Penentuan sifat suhu gelatinisasi beras dilakukan dengan metode perendaman beras dalam larutan alkali berupa larutan KOH 1,7%, kemudian diukur tingkat penghancuran beras dengan pemberian nilai 1-7. Pendinginan mempengaruhi nilai pengembangan alkali karena semakin lama pendinginan maka suhu

gelatinisasinya semakin tinggi sehingga berpengaruh terhadap lama pemasakan. Penelitian yang dilakukan oleh Permana (2014), menyatakan bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak herbal yang digunakan dalam beras *parboiled* terfortifikasi kromium maka nilai *alkali spreading value* yang dihasilkan semakin rendah, kemungkinan besar adanya zat kimia pada ekstrak yang dapat menghambat jalannya penghancuran beras oleh KOH karena permukaan beras yang terlapisinya ekstrak. Penampakan bulir beras pada analisis alkali disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Penampakan bulir beras pada analisis alkali

3. *Water Uptake Ratio*

Water uptake ratio adalah bertambahnya volume beras menjadi nasi selama pemasakan. Bertambahnya volume beras dipengaruhi oleh kadar amilosanya. Semakin tinggi kadar amilosa, daya serap airnya pun akan semakin tinggi sehingga pengembangan volume dari beras yang dimasak akan tinggi juga (Mulyana, 1988). Pada penelitian sebelumnya, Yulianto dkk., (2015) melaporkan nilai *water uptake ratio* beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan berbagai ekstrak herbal berkisar antara 4,05-4,51%. Danbaba *et al.*, (2011) melaporkan nilai *water uptake ratio* dari sampel beras ofada berkisar antara 1,74-2,11%, sedangkan Thomas (2013) melaporkan bahwa nilai

water uptake ratio beberapa varietas beras lokal dan impor di Penang Malaysia berkisar antara 2,33-3,95%. Pendinginan mempengaruhi *water uptake ratio* beras, karena semakin lama pendinginan, kemampuan menyerap air semakin rendah dan kadar amilosanya juga rendah sehingga pengembangan volume dari beras yang dimasak menjadi rendah juga.

4. *Elongation*

Elongation merupakan perubahan panjang antara butir nasi setelah dilakukan penanakan dibagi dengan panjang nasi sebelum dilakukan penanakan. Menurut Damardjati (1983 dalam Damardjati dan Purwani, 1991) nisbah pemanjangan biji selama penanakan dari beberapa beras yang berasal dari Indonesia menunjukkan kisaran antara 1,3-1,7. Selain itu nilai *elongation* yang dihasilkan serupa dengan penelitian terdahulu, pada beras *parboiled* terfortifikasi kromium dengan berbagai ekstrak herbal yaitu berkisar antara 1,53-1,87 (Yulianto dkk., 2015). Penyebab pemanjangan nasi beberapa varietas padi belum diketahui. Menurut Juliano (1979), penyebab terjadinya pemanjangan nasi diduga akibat pecahnya dinding sel endosperma beras yang mengakibatkan nasi memanjang tetapi tidak melebar. Varietas yang mempunyai kemampuan memanjang, memiliki suhu gelatinisasi rendah ($<70^{\circ}\text{C}$), kadar amilosa rendah sampai sedang ($<25\%$) dan konsistensi gel rendah (41-60 mm). Menurut penelitian Vanaja dan Babu (2003), pemanjangan nasi tidak berkorelasi nyata dengan kadar amilosa dan nilai alkali, tetapi nyata berkorelasi dengan kemampuan menyerap air. Kemampuan menyerap air berhubungan dengan pendinginan karena semakin lama pendinginan maka

kemampuan menyerap airnya semakin rendah sehingga kemampuan memanjangnya juga menjadi berkurang.

5. *Solid Loss*

Solid loss digunakan untuk mengetahui jumlah padatan terlarut dan padatan yang tidak terlarut selama penanakan nasi. Kehilangan padatan selama waktu penanakan dapat ditentukan dengan mengukur kelebihan air penanakan, dengan ditambah dengan air cucian nasi hasil penanakan tersebut, kemudian dikeringkan didalam oven dan selanjutnya ditimbang berat dari padatan yang masih tersisa dalam botol timbang (Betcher dkk., 1965; dalam Bergman dkk., 2004). Laksana (2016) melaporkan bahwa *solid loss* yang dihasilkan dari beras *parboiled* terfortifikasi kromium, magnesium, vitamin D dengan bahan *edible coating* (HPMC : MC = 3:1) dan pengkayaan ekstrak pandan berkisar antara 4,64-6,99%. Pendinginan mempengaruhi *solid loss* yang dihasilkan karena semakin lama pendinginan maka *solid loss* menjadi semakin tinggi, dikarenakan selama proses pendinginan kemampuan menyerap air rendah dan selama pemasakan membutuhkan air yang lebih banyak sehingga kandungan padatannya menjadi lebih banyak.

J. Hipotesis

Cara penambahan ekstrak pandan dan lama pendinginan beras *parboiled* terfortifikasi kromium dan magnesium yang dihasilkan diduga mempengaruhi sifat fisik, kimia dan mutu tanak beras *parboiled* yang dihasilkan.