**PENGARUH SUHU PERENDAMAN DAN KONSENTRASI EKSTRAK KAYU MANIS TERHADAP KARAKTERISTIK *PASTING,* TOTAL FENOL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BERAS PRATANAK TERFORTIFIKASI KROMIUM DAN MAGNESIUM**

ABSTRACT

Parboiled rice has the advantage of low glycemic indexed (IG), and contains resistant starch, but parboiled rice is less preferred. A cinnamon extract containing bioactive compounds can improve the functional properties of parboiled rice, through the addition of extracts during grain soaking. The temperature of soaking affects starch gelatinization. It is closely related to the quality of rice and the quality of rice produced. The purpose of this study was to determine the effect of soaking temperature and the concentration of cinnamon extract on pasting characteristics, antioxidant activity, and total phenol of fortified parboiled rice.

This study uses a completely randomized design (CRD) with soaking temperature treatment (60, 65, and 70 oC) and the concentration of cinnamon extract: 5%, 10%, and 15%. The analysis carried out was an analysis of pasting characteristics, antioxidant activity, and total phenol. Data obtained was analyzed by variance (ANOVA) with a confidence level of 95% and if the significant difference of each treatment is continued with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) test.

The results showed that the soaking temperature and the concentration of cinnamon extract affected the pasting characteristics, and increased antioxidant activity and total phenol. Rice with soaking temperature of 70 oC and a concentration of 5% has the lowest viscosity (562 cP), antioxidant activity 19.92 (% RSA) and total phenol of 1750 (mg GAE / 100 g bk)

Keywords: Parboiled rice, soaking temperature, cinnamon extract, pasting, antioxidant activity

INTISARI

Beras pratanak merupakan salah satu bahan pangan sumber karbohidrat, beras pratanak memiliki keunggulan berindeks glisemik (IG) rendah, dan mengandung pati tahan cerna akan tetapi beras pratanak kurang disukai. Ekstrak kayu manis yang mengandung senyawa bioaktif dapat meningkatkan sifat fungsional beras pratanak melalui penambahan ekstrak pada saat perendaman gabah. Suhu perendaman mengakibatkan perubahan preglatinisasi pati sehingga erat kaitanya terhadap mutu beras maupun kualitas nasi yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh suhu perendaman dan konsentrasi ekstrak kayu manis terhadap karakteristik *pasting,* aktivitas antioksidan, dan total fenol beras pratanak terfortifikasi.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan suhu perendaman (60, 65, dan 70 oC) dan konsetrasi ekstrak kayu manis : 5%, 10%, dan 15%. Analisa yang dilakukan adalah analisa karakteristik *pasting,* aktivitas antioksidan, dan total fenol. Data yang diperoleh dilakukan analisa varian (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila beda nyata masing-masing perlakuan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT)*.*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu perendaman dan konsentrasi ekstrak kayu manis mempengaruhi terhadap karakteristik *pasting*, dan meningkatkan aktivitas antioksidan dan total fenol. Beras dengan suhu perendaman 70 oC dan konsentrasi 5% memiliki nilai viskositas terendah (562cP) aktivitas antioksidan 19,92 (%RSA) dan total fenol sebesar 1750 (mg GAE/g bk)

Kata kunci : Beras pratanak, suhu perendaman, ekstrak kayu manis

**Pendahuluan**

Beras merupakan bahan pangan sumber karbohidrat berenergi tinggi dan merupakan bahan pangan pokok. Beras dikonsumsi oleh setengah dari tujuh miliar penduduk dunia, penduduk Asia mengkonsumsi lebih dari 90 persen dan 22 persen dikonsumsi oleh penduduk Asia tenggara. Konsumsi beras per kapita per tahun masyarakat Indonesia cukup tinggi yaitu mencapai 114,6 kg (BPS, 2018).

Beras sebagai makanan pokok berperan penting terhadap kebutuhan gizi dan isu kesehatan masyarakat indonesia. Konsumsi beras dengan IG tinggi dapat meningkatkan resiko DM. Sehingga, pengembangan beras merupakan hal yang strategis untuk dilakukan dalam upaya meningkatkan sifat fungsionalitas beras. Salah satunya adalah melalui pengembangan beras pratanak ekstrak kayu manis terfortifikasi. Beras pratanak diketahui memiliki IG rendah dan mengandung pati tahan cerna (Tistianingrum, 2019). Proses pembuatan beras pratanak meliputi beberapa tahap yaitu perndaman, pengukusan, pendinginan dan pengeringan (Sulistyani, 2018). Upaya pengembangan tersebut dapat ditempuh dengan melakukan penambahan komponen lain yang bermanfaat, salah satunya melalui penambahan ekstrak kayu manis pada pembuatan beras pratanak. Penambhan ekstrak kayu manis dapat dilakukan pada saat dilakukanya proses perendaman dengan suhu tertentu (proses hidrotermal)

Penamabahan ekstrak kayu manis dapat meningkatkan sifat fungsional berupa meningkatnya aktivitas antioksidan pada beras. Selain itu, penamabhan ekstra kayu manis mampu meningkatkan tingkat penerimaan cita rasa dan perbaikan *flavour* (Tistianingrum, 2019). Abdurachman (2011) dalam Emilda (2018) Kulit kayu manis memiliki bau yang khas, banyak digunakan untuk berbagai keperluan, seperti penyedap rasa makanan atau kudapan. Penambahan ekstrak kayu manis dan perendaman akan akan membawa perubahan kualitatif yang mengarah ke pembengkakan ireversibel gabah. Beras peratanak yang melalui perendaman akan mempengaruhi sifat fisik, komposisi gizi, karakteristik pati (sifat kelengketan dan kristalinitas), dan kualitas nasi (Otegbayo dkk, 2001). Selanjutnya, proses pendinginan akan menyebabkan pati teretrogradasi, hal ini mengacu pada laporan Wulan dkk., (2006) bahwa pada proses modifikasi pati yang dilakukan proses pendinginan pada suhu 4°C mengakibatkan pati yang telah tergelatinisasi menjadi teretrogradasi lebih cepat.

Beras pratanak yang dihasilkan melalui proses pratanak mempunyai keunggulan antara lain peningkatan mutu giling, mutu tanak dan nilai gizi yang lebih unggul dibandingkan beras giling pada umumnya, akan tetapi penduduk Indonesia kurang menyukai beras pratanak karena nasinya memiliki karakteristik yang tidak pulen dan warnanya kurang putih, serta aromanya yang asing (Haryadi, 1992). Untuk meningkatkan tingkat penerimaan aroma beras pratanak dapat dilakukan penambahan ekstrak kayu manis. Abdurachman (2011) dalam Emilda (2018) Kulit kayu manis memiliki bau yang khas, banyak digunakan untuk berbagai keperluan, seperti penyedap rasa makanan atau kudapan.

Penambahan ekstrak kayu manis dinilai mampu meningkatkan sifat fungsional beras pratanak karena dalam kayu manis mengandung komponen kimia seperti sinamat, kumarin, asam sinamat, sinamaldehid, antosianin dan minyak atsiri dengan kandungan gula, protein, lemak sederhana, pektin dan lainnya (Al-Dhubiab, 2012). Berdasarkan laporan Ervina dkk (2016) menyatakan bahwa hasil ekstraksi kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmanii)* mengandung senyawa antioksidan utama berupa polifenol (tanin, flavonoid) dan minyak atsiri golongan fenol. Flavonoid merupakan senyawa yang erat kaitannya sebagai zat yang mempunyai kapasitas antioksidan bagi tubuh (Negri, 2005). Penambahan bahan yang mengandung antioksidan pada beras dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, daun pandan yang kaya akan antioksidan pada pembuatan beras prtanak dapat meningkatkan aktivitas antioksidan beras pratanak (Sulistyani, 2018). Ekstrak kayu manis yang kaya polifenol sebagai antioksidan dapat ditambahkan pada beras pratanak dengan maksud meningkatkan aktivitas antioksidan beras pratanak.

Selain itu, penderita dibetes juga dapat mengalami kekurangan mikronutrien seperti kekurangan kromium, dan magnesium (Anderson, 2008). Smolin dan Grosvenor (2007) juga melaporkan bahwa kekurangan kromium dapat menyebabkan kadar gula darah tinggi, oleh karena itu perlu untuk mengkonsumsi pangan dengan IG rendah yang telah diperkaya mikronutrien melalui fortifikasi beras pratanak.

Fortifikasi magnesium dan kromium pada pembuatan beras pratanak dapat dipadukan dengan proses perendaman gabah (Sulistyani, 2018). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan membandingkan efek pratanak dengan berbagai suhu perendaman gabah dan penambahan konsentrasi ekstrak kayu manis terhadap sifat fisik dan sifat kimia berupa total fenol dan aktivitas antioksidan beras prtanak terfortifikasi kromium dan magnesium yang dihasilkan.

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah padi varietas Ciherang kualitas benih, bubuk kayu manis (*Cinnamomum burmannii)*. Fortifikan yang digunakan adalah kristal kromium klorida, kristal magnesium asetat *food grade* Aquades, Etanol (pa), dan larutan DPPH.

**Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor, panci perebus, pengaduk, peniris, pendingin, thermometer, alat-alat analitik, alat- alat gelas (tabung reaksi, corong, pipet tetes, pipet ukur, erlenmeyer, gelas ukur, labu ukur, kertas saring, desikator, pengaduk kaca, botol timbang), pH meter (Schoot), *vortex* (Thermolyne), oven (Memmert), *water bath*, spektrofotometer dan *ravid visco analysis* (RVA).

**Rancangan percobaan dan analisi data**

Rancangan percobaan yang dilakukan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan suhu perendaman (60°C, 65°C dan 70°C) dan konsentrasi ekstrak herbal kayu manis, adapun nilai konsentrasi ekstrak adalah 0%, 5%, 10% dan 15%. Hasil yang diperoleh dilakukan analisa statistik menggunakan program *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS 23) uji *general linier model* (GLM-*Univariate*) untuk mengetahui pengaruh setiap perlakuan beserta interaksi kedua variabel perlakuan. Jika terdapat interaksi dari kedua variabel perlakuan, maka pengujian dilanjutkan menggunakan uji varian (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95 %. Apabila beda nyata masing – masing perlakuan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test*. Perlakuan yang digunakan adalah sebanyak 12 perlakuan dengan 2 kali ulangan.

**Pembuatan beras pratanak ekstrak kayu manis terfotrifikasi.**

Proses pembuatan beras pratanak didasarkan pada metode terbaik dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sulistiyani (2018). Gabah varietas Ciherang kualitas benih sebanyak 2,5 kg dicuci sebanyak 3 kali, 2 kali pencucian pertama menggunakan air dan pencucian terakhir menggunakan air suling kemudian ditiriskan. Selama proses pencucian dilakukan sortasi terhadap gabah yang melayang-layang (gabah kualitas jelek) di permukaan air cucian. Gabah yang sudah bersih siap dilakukan perendaman (*soaking*). Diagram alir proses pembuatan beras pratanak terfortifikasi kromium dan magnesium yang diperkaya ekstrak herbal dapat dilihat pada Gambar 3.

Perendaman gabah dilakukan selama 2,5 jam pada 3 taraf variasi suhu (60˚C, 65˚C dan 70˚C) dan tiga taraf konsentrasi penambahan ekstrak kayu manis (5%, 10% dan 15%). Proses fortifikasi dilakukan pada saat perendaman gabah dengan menambahkan kromium klorida dan magnesium asetat sebanyak 5 mg/L dan 1,75 g/L. Kemudian dilanjutkan dengan perebusan dalam air pada suhu 100˚C selama 20 menit.

Selanjutnya gabah yang telah dimasak ditiriskan hingga mencapai suhu 37˚C kemudian dimasukkan ke dalam pendingin (*freze*r). Proses pendinginan dilakukan pada suhu 0˚C selama 12 jam dengan tujuan agar gabah yang telah tergelatinisasi mengalami retrogradasi. Gabah yang teretrogradasi kemudian dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50˚C hingga tercapai kadar air gabah 11-13%. Gabah kering selanjutnya digiling (pengupasan kulit) sehingga dapat dihasilkan beras pratanak terfortifikasi kromium dan magnesium yang diperkaya ekstrak kayu manis. Beras pratanak tersebut selanjutnya di Uji amilograf (RVA), analisa Total fenol, dan aktivitas Antioksidan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

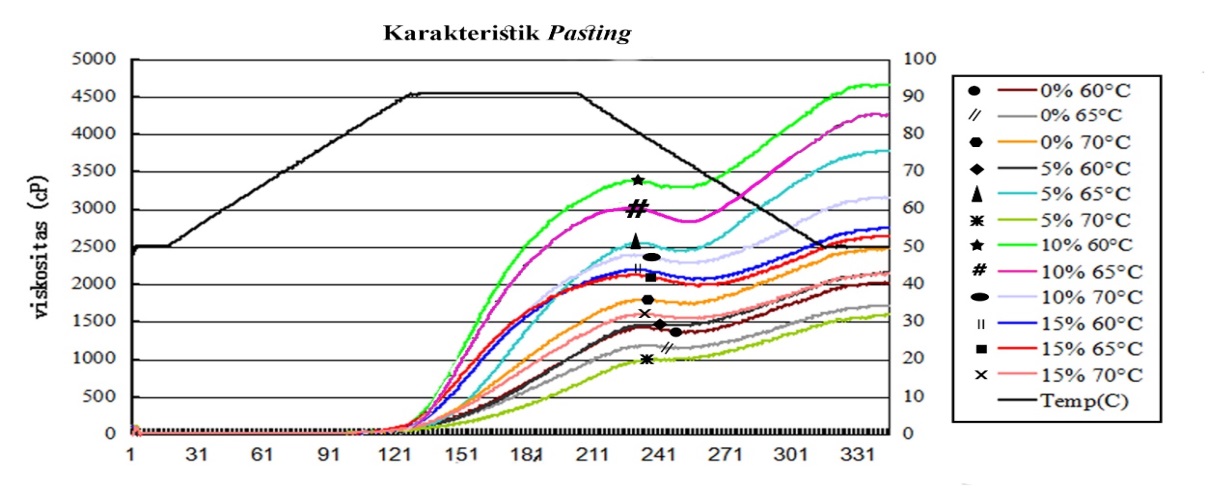
**Karakteristik *Pasting* Beras Pratanak**

Uji amilografi digunakan untuk mengamati karakteristik *pasting* pati dapat dilihat pada gambar 1.

Berdasarkan penggolongan tipe glatinisasi menurut Chen., (2003). beras pratanak dengan berbagai suhu perendaman dan meningkat seiring konsentrasinya dinaikkan dua–tiga kali lipat untuk menghasilkan viskositas pasta panas seperti tipe C).

untuk mencapai pasting *point* tergantung dari karakteristik setiap bahan pangan.

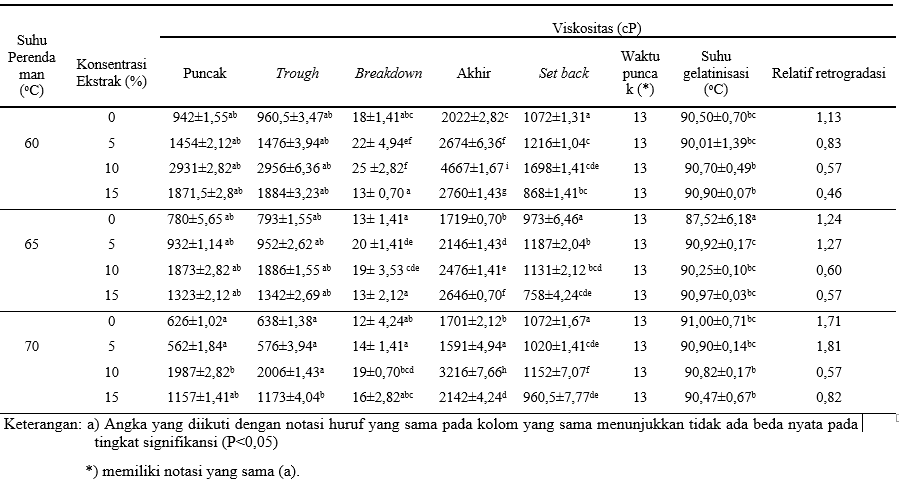
Titik *Pasting* dipengaruhi oleh ukuran butiran granula pati, kandungan amilosa, karakteristik dan molekul (Lai, 2001). Bentuk granula pati beras berupa agregat matriks yaitu tersusun secara kompleks (pati, protein, dan komponen lain) yang beraturan. Jiranuntakul dkk., 2011 melaporkan bahwa ukuran butiran granula pati sebesar 2- 7 µm, sedangkan Ardhiyanthi (2016) melaporkan bahwa bentuk granula pati beras yang diberikan suhu dan ultrasonikasi menghasilkan ukuran granula pati yang lebih besar yaitu sebesar 45 µm. Pada pembuatan beras pratanak yang ditambahkan

ekstrak kayu manis akan membentuk ikatan kompleks antar penyusun (pati, protein, dan komponen lain) dengan komponen lain yang terkandung dalam kayu manis, sehingga bentuk, ukuran granula pati beras akan berpengaruh. Perlakuan berbagai suhu perendaman akan berpengaruh terhadap ukuran granula pati. 

Berdasarkan kadar amilosa beras pratanak ekstrak kayu manis yang dilaporkan Lesmaningsih (2019) suhu perendaman dan ekstrak kayu manis yang ditambahkan meningkatkan kadar amilosa beras pratanak. Kadar amilosa yang tinggi sangat sukar menggelatinisasi karena

molekul amilosa cenderung berada dalam posisi sejajar, sehingga gugus-gugus hidroksilnya dapat berikatan dengan bebas dan pati akan membentuk kristal agregat yang kuat. Sebaliknya, pati yang memiliki komponen amilopektin tinggi sangat sukar untuk berikatan sesamanya karena rantainya bercabang, sehingga pati yang amilopektinnya tinggi sangat mudah mengalami gelatinisasi tetapi viskositasnya tidak stabil (Collison, 1968). Beras pratanak dengan kadar amilosa tinggi memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi dibandingkan beras kontrol. Berikut merupakan hasil uji RVA :

**Tabel 1**. Tabel 3. Pengaruh suhu perendaman dan ekstrak kayu manis terhadap karakteristik pasting

****

Tabel memperlihatkan bahwa setiap level konsentrasi ekstrak kayu manis terdapat kenaikan viskositas dibandingkan dengan viskositas pati beras kontrol, hal tersebut menggambarkan tingkat kekentalan pati yang cukup tinggi setelah dilakukan proses penambahan ekstrak kayu manis. Kekentalan pati yang tinggi menunjukan viskositas pati yang lebih tinggi

Nilai viskositas puncak beras kontrol berkisar antara 626-942 cP, sedangkan nilai rerata viskositas puncak beras pratanak dengan variasi suhu perendaman dan penambahan ekstrak kayu manis adalah berkisar 1157 hingga 2931 cP. Sedangkan beras pratanak dengan berbagai suhu perendaman (60, 65 dan 70 oC) dan konsentrasi ekstrak 5% nilai viskositas puncak berturut turut sebesar 1454, 932, dan 562 cP. Beras pratanak dengan berbagai suhu perendaman (60, 65 dan 70 oC) dan konsentrasi ekstrak 10% nilai viskositas puncak berturut turut sebesar 2931, 1873, dan 1987 cP. Beras pratanak dengan berbagai suhu perendaman (60, 65 dan 70 oC) dan konsentrasi ekstrak 15% nilai viskositas puncak cenderung lebih kecil dari konsentrasi eksrtak 10% yaitu berturut turut 1871, 1323, dan 1157 cP.

Konsentrasi ekstrak semakin tinggi viskositas pucak yang dihasilkan mengalami peningkatan hingga pada penambahan ekstrak 10% kemudian pada konsentrasi ekstrak kayu manis 15% viskositas puncak mengalami penurunan viskositas puncak. Penurunan viskositas puncak yang diikuti peningkatan suhu perendaman (70 oC) pada penambahan ekstrak kayu manis sebanyak 15% menyebabkan menurunya kemampuan optimum suatu pati untuk mengikat air (Mir dan Bosco, 2013).

**Viskositas *Breakdown***

Nilai viskositas *breakdown* beras pratanak kontrol berbagai suhu menghasilkan berkisar 13.00-18.00 cP, sementara beras pratanak dengan perlakuan penambahan ekstrak kayu manis 5% dan berbagai suhu perendaman (60, 65 dan 70 °C) menghasilkan nilai viskositas *breakdown* masing masing 14.00, 20.00 dan 22.00 cP; Penambahan kosentrasi ekstrak sebesar 10% menghasilkan nilai viskositas *breakdown* pada masing masing suhu perendaman (60, 65 dan 70 °C) sebesar 25.00, 19.00 dan 19.00 cP; Penambahan ekstrak kayu manis sebesar 15% dan variasi suhu menghasikan nilai viskositas breakdown berturut turut sebesar 13.00, 16.00 dan 16.00 cP. Suhu perendaman yang semakin meningkat (60 hingga 70 °C) menghasilkan viskositas *breakdown* yang cenderung menurun. Konsentrasi ekstrak semakin tinggi menghasilkan viskositas *breakdown* yang meningkat hingga pada penambahan ekstrak 10%, akan tetapi pada konsentrasi ekstrak kayu manis 15% viskositas *breakdown* mengalami penurunan viskositas. Konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi tidak diserap dan diikat oleh pati secara optimum.

**Viskositas Akhir**

Viskositas akhir merupakan parameter yang mendefinisikan kualitas dari suatu pati, diindikasikan dengan kemampuan pati untuk membentuk gel atau pasta kental setelah pemasakan serta ketahanan pasta terhadap gaya geser yang terjadi selama pengadukan pada sistem RVA (Karim, 2000).

Viskositas akhir beras kontrol dengan berbagai suhu berturut turut (60, 65 dan 70 °C) sebesar 2022.00 cP, 1719.00 cP dan 1701.00 cP. Dengan beras pratanak dengan penambahan ekstrak 5% dengan variasi suhu perndaman sebesar 2674.00 cP, 2146.00 cP, dan 1591.00 cP. Beras pratanak dengan konsentrasi 10% masing masing variasi suhu perendaman sebesar 4667.00 cP, 2475.00 cP dan 3216.00 cP. Sedangkan perlakuan perendaman dan penambahan 15% ekstrak kayu manis masing masing sebesar 2760.00 cP, 2646.00 cP dan 2142.00 cP.

**Viskositas *Set-back***

Nilai viskositas *Set-back* diperoleh dengan menghitung selisih antara viskositas pada suhu konstan 95 °C (viskositas *trough*) dengan suhu 50 ˚C pada saat tercapai viskositas maksimum (viskositas akhir). Beras pratanak kontrol dengan variasi suhu perendaman (60, 65 dan 70 °C) menghasilkan nilai viskositas *set-back* berturut sebesar 1072, 973, dan 1072 cP, sedangkan beras pratanak dengan perlakuan perendaman variasi suhu prendaman pada konsentrasi 5% ekstrak kayu manis yang diberikan menghasilkan nilai viskositas *set-back* sebesar 1216, 1187 dan 1020 cP; Pada perlakuan berbagai perendaman dengan konsentrasi ekstrak 10% menghasilkan beras pratanak dengan nilai viskositas *set-back* berturut turut sebesar 1698, 1131 dan 1152 cP. Penambahan konsentrasi ekstrak kayu manis 15%dengan berbagai suhu perendaman (60, 65 dan 70 °C) menghasilkan nilai viskositas *set-back* yang lebih kecil yaitu sebesar 868, 758 dan 960 cP.

**Suhu Gelatinisasi**

suhu perendaman dan konsentrasi ekstrak kayu manis menghasilkan suhu glatinisasi yang tidak berbeda nyata pada tiap perlakuan kecuali pada beras pratanak kontrol (0%) dengan suhu perendaman 65 ºC. Suhu gelatinisasi beras pratanak kontrol berkisar sebesar 90-91 ºC, sedangkan beras pratanak dengan perlakuan penambahan konsentrasi ekstrak kayu manis 5% pada tiap suhu perendaman berkisar antara 90.01-90.92 ºC. Penambahan ekstrak sebesar 10% suhu gelatinisasi berkisar 90.25-90.82 ºC; Sedangkan penambahan ekstrak kayu manis sebesar 15% nilai suhu gelatinisasi berkisar 90.47-90.90 ºC. Berdasarkan pengelompokan suhu glatinisasi suhu gelatinisasi beras pratanak yang dihasilkan tergolong tinggi.

**Total Fenol Beras Pratanak**

Senyawa sinamaldehid yang terdapat pada ekstrak kayu manis termasuk dalam golongan fenilpropanoid merupakan turunan senyawa fenol, dimana senyawa fenol tersebut juga berperan penting dalam aktivitas antioksidan. Berikut tabel hasil anlisa kadar total fenol beras pratanak

.

**Tabel 2**. Kadar total fenol (mg GAE/g bk) beras pratanak terfortifikasi kromium dan magnesium dengan suhu perendaman dan penambahan ekstrak kayu manis

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Suhu Perendaman | Fenol Ekstrak Kayu Manis beras | | | |
| 0% | 5% | 10% | 15% |
| 60 oC | 519,76±0.70a | 1566,60±8.28c | 1826,86±5.63e | 2041,66±3.44f |
| 65 oC | 526,28±4.30ab | 1648,46±0.90cd | 1832,36±1.03e | 2156,36±2.37f |
| 70 oC | 679,98±4.85b | 1750,40±1.80c | 1539,26±4.31c | 1566,60±1.40c |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada tingkat signifikansi 0.05 (P<0,05)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kayu manis beras pratanak terfortifikasi kromium dan magnesium memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05) terhadap kadar total fenol beras pratanak. Secara umum suhu perendaman yang yang semakin tinggi berkolerasi terhadap meningkatnya total fenol beras pratanak pada penambahan ekstrak 5% pada suhu 70 oC cenderung mengalami penurunan total fenol beras pratanak yang dihasilkan. Konsentrasi ekstrak kayu manis yang semakin tinggi juga meningkatakan total fenol beras pratanak yang dihasilkan.

Kadar total fenol pada beras pecah kulit sebesar 0,4785 mg GAE/g berat kering (Maisont dan Narkrugsa, (2010) dalam Umi, 2018). Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan kadar total fenol yang dihasilkan berkisar antara 519,76 - 2156,36 mg GAE/g bk. Pada penambahan ekstrak kayu manis, kadar total fenol yang dihasilkan dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenolik seperti polifenol, flavonoid. Ervina dkk (2016) menyatakan bahwa hasil ekstraksi kulit batang *Cinnamomum burmanii* mengandung senyawa polifenol (tanin dan flavonoid). Hasil analisis kadar total fenol nasi beras pratanak terfortifikasi dengan suhu perendaman dan penambahan ekstrak kayu manis disajikan pada **Tabel 3**

**Tabel 3**. Kadar total fenol (mg GAE/g bk) nasi beras pratanak terfortifikasi dengan suhu perendaman dan penambahan ekstrak kayu manis

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Suhu perendaman | Konsentrasi ekstrak | | | |
| 0% | 5% | 10% | 15% |
| 60 oC | 574.2±1.99ab | 1586,6±7.53f | 769,31±7.72cd | 916,75±3.89cd |
| 65 oC | 610±3.63ab | 1497,45±6.50f | 847,58±6.92de | 732,90±4.05c |
| 70 oC | 611.65±1.65 ab | 667,38±5.21bc | 510,84±2.16a | 745,65±2.73cd |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada tingkat signifikansi 0.05 (P<0,05)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kayu manis dan suhu pemanasan pada perendaman beras pratanak terfortifikasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05) terhadap kadar total fenol nasi beras pratanak yang dihasilkan. Secara umum suhu perendaman yang yang semakin tinggi berkolerasi terhadap menurunya total fenol beras pratanak yang dihasilkan. Konsentrasi ekstrak kayu manis 5% menghasilkan total fenol yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 10% dan 15%.

Kadar total fenol nasi beras pratanak berkisar 667,38 hingga 1497,45 (mg GAE/g bk). Jika dibandingkan dengan total fenol beras pratanak maka nasi beras pratanak yang dihasilkan mengalami penurunan. hal tersebut disebakan pemansan pada saat proses penanakan, selain itu, Penurunan total fenol diduga disebabkan karena larutnya fenol di dalam air saat pemasakan sehingga kehilangan fenol pada pemasakan Menurut Tuminah (2004), pemanasan berfungsi untuk inaktivasi enzim polifenol oksidase. Semakin tinggi suhu yang digunakan juga menyebabkan semakin tingginya inaktivasi enzim polifenol oksidase sehingga aktivasi enzim akan semakin rendah, kerusakan fenol semakin kecil, tetapi stabilitas fenol juga akan menurun oleh semakin meningkatnya suhu perendaman, sehingga jumlah total fenol terdeteksi akan mencapai puncak maksimum kemudian konstan dan cenderung menurun.

Randhir, dkk (2008) menyatakan penurunan kandungan total fenol yang diobservasi dalam soba (*buckwheat)* dikarenakan degradasi dari beberapa komponen Fenol oleh proses pemanasan. Selain faktor pemanasan kadar air yang terkandung dalam nasi beras pratanak berpengaruh terhadap kadar suatu komponen per satuan bahan oleh karena untuk melihat perubahan kandungan komponen, termasuk kandungan total fenol pada beras pratanak.

**Aktivitas Antioksidan Beras Pratanak**

**Tabel 4**. Pengaruh suhu perendaman dan ekstrak kayu manis terhadap aktivitas antioksidan (%RSA) beras pratanakyang dihasilkan.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Suhu perendaman | Ekstrak Kayu Manis | | | |
| 0% | 5% | 10% | 15% |
| 60 oC | 14,29±4.32abc | 18,17±4.12bcd | 19,42±0.97cd | 28,27±1.27ef |
| 65 oC | 9,66±1.11a | 13,74±1.06abc | 12,52±1.25ab | 31,14±1.39f |
| 70 oC | 19,92±5.02cd | 23,54±4.79de | 30,73±1.27f | 28,60±1.27ef |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan beda nyata pada tingkat signifikansi (P<0,05)

Berdasarkan **Tabel 4,** suhu perendaman gabah dan konsentrasi ekstrak kayu manis terhadap aktivitas antioksidan beras pratanak menunjukkan bahwa suhu perendaman gabah dan konsentrasi ekstrak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan beras pratanak yang dihasilkan (P<0,05).

Aktivitas antioksidan beras pratanak yang paling tinggi berada pada beras dengan suhu perendaman 70 oC dan konsentrasi ekstrak 15% yaitu sebesar 31,14%, aktivitas antioksidan terendah dimilliki oleh beras pratanak suhu perendaman 65 oC dan konsentrasi 5% yaitu sebesar 9,66%

Suhu perendaman yang meningkat berkolerasi terhadap meningkatnya aktivitas antioksidan beras pratanak yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan oleh pengaruh suhu perendaman yang memicu terbukanya pori pori sekam yang lebih besar, sehingga ekstrak kayu manis lebih banyak masuk ke dalam endosperm gabah. Hal didikung dengan laporan Fadhallah dkk, (2016) yang menyatakan kadar air meningkat seiring dengan naiknya suhu perendaman beras pratanak. Konsentrasi ekstrak kayu manis yang semakin tinggi juga meningkatakan aktivitas antioksidan beras pratanak yang dihasilkan.

Beras pratanak terfortifikasi mempunyai kapasitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras Ciherang pada umumnya (2,75 mg AEAC/ 100 g sampel) (As’ad, 2015). Hal ini dimungkinkan adanya penambahan ekstrak kayu manis pada proses perendaman gabah dimana ekstrak ekstrak kayu manis diketahui mempunyai senyawa bioaktif yang dapat berperan sebagai antioksidan, Ervina dkk (2016) menyatakan bahwa hasil ekstraksi kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmanii)* mengandung senyawa antioksidan utama berupa polifenol (tanin, flavonoid) dan minyak atsiri golongan fenol. Polifenol diketahui dapat berikatan dengan protein atau pati (Widowati, 2007). Ketika ekstrak kayu manis ditambahkan pada proses perendaman (*parboiling)* kemungkinan polifenol yang terkandung dalam ekstrak kayu manis berikatan dengan pati maupun protein pada gabah. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh sulistyani (2018) yang menyatakan bahwa ekstrak pandan yang ditambahkan pada proses pembuatan beras pratanak ekstrak daun pandan mampu meningkatkan kadar antioksidan (beras pratanak) sebesar 0,73% yang disebabkan terikatanya senyawa fenol pada pati.

Tabel 5. Pengaruh suhu perendaman dan ekstrak kayu manis terhadap aktivitas antioksidan (%RSA) nasi beras pratanakyang dihasilkan.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Suhuperendaman | Ekstrak Kayu Manis | | | |
| 0% | 5% | 10% | 15% |
| 60 oC | 10,25±1.53a | 17,64±1,64b | 16,70±1.20b | 18,78±1.73bc |
| 65 oC | 10,33±0.47a | 18,20±0.93bc | 20,19±2.13bc | 20,76±0.53bc |
| 70 oC | 9,91±1.29a | 21,23±1.46bc | 23,49±5.20c | 20,67±3.33bc |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada tingkat signifikansi (P<0,05).

Aktivitas antioksidan nasi beras pratanak terfortifikasi menunjukkan bahwa suhu perendaman gabah dan konsentrasi ekstrak berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap aktivitas antioksidan nasi beras pratanak yang dihasilkan. Secara umum suhu perendaman yang meningkat berkolerasi terhadap meningkatnya aktivitas antioksidan nasi beras pratanak yang dihasilkan. Konsentrasi ekstrak kayu manis yang semakin tinggi juga meningkatakan aktivitas antioksidan nasi beras pratanak yang dihasilkan.

Aktivitas antioksidan nasi beras pratanak yang dihasilkan berdasarkan **Tabel 5** diatas berkisar 16,70 hingga 20,67%. Aktivitas antioksidan nasi beras pratanak yang paling tinggi dimiiki oleh beras dengan suhu perendaman 70 oC dan konsentrasi ekstrak 15% yaitu 20,67%. Aktivitas antioksidan nasi beras pratanak jika dibandingkan dengan beras maka aktivitas antioksidan pada nasi mengalami penurunan. Hal tersebut disebabkan oleh proses pengolahan beras menjadi nasi memerlukan perlakuan panas yang lebih tinggi, disamping itu pemanasan akan menyebabkan fenol terdegradasi sehingga berdampak pada menurunya kativitas antioksidan nasi (Randhir dkk., 2008). Menurut Apriliyani (2018) proses panas yang tinggi dan lamanya waktu pemanasan pada beras coklat pratanak menyebabkan antioksidan menurun akan tetapi tidak hilang seluruhnya.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tersebut di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan berbagai suhu perendaman dan konsentrasi ekstrak kayu manis berpengaruh terhadap karakteristik *pasting,* total fenol adn aktivitas antioksidan beras pratanak terfortifikasi kromium dan magnesium.

2. Suhu perendaman dan konsentrasi ekstrak kayu manis berpengaruh terhadap nilai viskositas akhir dimana konsntrasi 5% pada suhu perendaman 70 oC menghasilkan viskositas puncak (562 cP) viskositas trough (576 cP), viskoitas *setback* (14 cP) dan viskositas akhir (1591 cP) beras prtanak terfortifikasi

3. Suhu perendaman dan konsentrasi ekstrak kayu manis dapat meningkatkan total fenol sebesar 1566 hingga 2156 (mg GAE/g bk) dan aktivitas antioksidan 14,29 sampai 30,13% beras pratanak terfortifikasi kromium dan magnesium.

4. Suhu perendaman dan konsentrasi ekstrak kayu manis dapat meningkatkan total fenol sebesar 510,84 hingga 1586,6 (mg GAE/g bk) dan aktivitas antioksidan nasi beras pratanak sebesar 16,70 sampai 23,49% beras pratanak terfortifikasi kromium dan magnesium.

**SARAN**

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui lama pengukusan atau pemasakan terbaik untuk beras pratanak agar dapat mempertahankan kandungan aktivitas antioksidan dan total fenol dengan penambahan ekstrak kayu manis**.**

**DAFTAR PUSTAKA**

Al-Dhubiab, B.E. (2012). **Pharmaceutical Applications and Phytochemical Profile of Cinnamomum burmannii**. Pharmacognosy Reviews, 6(12), 125–131. Dalam Emilda (2018). Efek Senyawa Bioaktif Kayu Manis Cinnamomum Burmanii Nees Ex.Bl.) Terhadap Diabetes Melitus: Kajian Pustaka. JFFI. 2018; 5(1) 246-25.

Ardhiyanti, S.D., Azha AB, Faridah dan Kusbiantoro. 2016. **Karakteristik Tepung Beras Hasil Perlakuan Kombinasi Gelombang Mikro, Ultrasonikasi Dan Pemanasan Lembab.** Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan. Vol 27 (2): 175-184

As’ad M. 2015**. Evaluasi Nilai Biologis Beras (oryza sativa l.) Coklat Ciherang Dan Cianjur.** Skripsi. Departemen Ilmu Dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Anonim. 2012. **Angka Kecukupan Gizi**. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.

Anonim. 2010. **Padi**. http://id.wikipedia.org/wiki/Padi [7 maret 2019].

Anonim. 2009. **Mutu Gizi dan Mutu Rasa Beras Varietas Unggul Ciherang**. Warta Pnelitian dan Pengembangan Pertanian Volume 31 Nomor 2, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Subang.

Anderson, R.A., 2008**. Chromium and Polyphenols from Cinnamon Improve Insulin Sensitivity**. Proceeding of Nutrition Society. Vol. 67. 48-53.

Bagiada A. 1995. **Radikal bebas dan antioksidan**. Jurnal Kedokteran Universitas Udayana 26 (89). Penerbit Unud. pp: 136-9.

Bamforth, C. H. 2005. **Food Fermentation and Microorganisms**. By Blacwell Science Ltd a Blackwell Publishing company.

Bhattacharya, K.L., 1985. **Parboiling of Rice. In: Rice Chemistry and Technology**. AAC International: St. Paul, MN. 305-306. Dalam Sareepuang, K., Siriamornpun, S., Wiset, L., dan Meeso, N. 2008. **Effect of Soaking Temperature on Physical, Chemical and Cooking Properties of Parboiled Fragrant Rice**. World Journal of Agricultural Sciences 4 (4): 409-415, 2008.

BPS (Badan Pusat Statistik). 2017. **Statistik Indonesia 2017**. Hal.83.

Christine, A,. (1998). **Nutrition and education: a randomized trial of theeffects of breakfast in rural primary school children.** The AmericanJournal of Clinical Nutrition.

Chang, H.H. Chen, Y.K. dan Chen. 2005. **Evaluation of Physicochemical Properties of Plasma Treated Brown Rice.** Food Chemistry, Vol. 135,

Cheng, H., dan Ming-Hong Lai. 2000**. Fermentation of Resistant Starch Produces Propionate Reducing Serum and Hepatic Cholesterol in Rats.** The Journal of Nutrition.

Chen Z. 2003. **Physicochemical Properties of Sweet Potato Starches and Their**

**Application in Noodle Products.** Ph.D Thesis. Wageningen University,

The Netherlands.

Collado LS., Corke H. 1999. **Heat-moisture treatment effects on sweet potato starches differing in amylose content. Food Chemistry**. Vol 65 (3) p. 339- 346

Darlan, A. 2012. **Fortifikasi dan Ketersediaan Zat Besi pada Bahan Pangan Berbasis Kedelai dengan Menggunakan Fortifikan FeSO4 .7 H2O Campuran FeSO4.7H2O+Na2H2EDTA. 2H2O dan NaFeEDTA.** Prog Pasca Sarjana Departemen Kimia FMIPA Universitas Indonesia. Depok

Ervina, M., Nawu, Y. E., dan Esar, S. Y., 2016. **Comparison of In Vitro Antioxidant Activity of Infusion, Extract and Fractions of Indonesian Cinnamon (Cinnamomum burmannii) Bark.** International Food Research Journal. Vol 23(3): 1346-1350.

Elbert, G.M., P. Tolaba dan C. Suárez. 2000**. Effects of Drying Conditions on Head Rice Yield and Browning Index of Parboiled Rice**. J. Food Eng. 47: 37-41.

Emilda. 2018. **Efek Senyawa Bioaktif Kayu Manis Terhadap Diabetes Melitus.** Kajian Pustaka Jurnal Farmasi Vol 5 Hal 246-252.

Fadhallah. 2016. **Pengaruh Lama Pengukusan Trehadap Mutu Fisik Beras Pratanak Pada Beberapa Varietas Gabah**. Jurnal Keteknikan Pertanian. Vol 4. No 2.

Fennema, O.R. 1985. **Food Chemistry**. Marcel Dekker Inc. New York.

Guo X,. 2017. **Effect of Cinnamaldehyde on Glucose Metabolism and Vessel Function. Medical Science Monitor**. 2017; 23: 3844–3853.

Haryadi. 2006. **Teknologi Pengolahan Beras**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hasbullah, R. dan Pramita, R.D.P. 2013. **Pengaruh Lama Perendaman terhadap Mutu Beras Pratanak pada Padi Varietas IR 64**. Jurnal Keteknikan Pertanian Vol. 27, No. 1, April 2013.

Herawati, D, Andarwulan, N., dan Kusnandar, F. 2011. **Analisis Pangan**. Jakarta: Dian Rakyat.

Haralampu, S.G. 2000. **Resistant Starch - Review of The Physical Properties and Biological Impact of RS. J**. Carbohydrate. Polym 41 : 285-292.

International Diabetes Federation. 2015. **IDF Diabetes Atlas 7th Edition**. International Diabetes Federation. Brussels.

Jiranuntakul W, Puttanlek C, Rungsardthong V., Puchaarnon S., dan Uttap D. 2011. **Microstructural And Psycochemical Propertise Of Heat Moisture Treated Waxy And Normal Starch.** J food Eng 104: 246-258.

Juliano, B.O. 1985. **Criteria and Tests for Rice Grain Qualities. In B.O Juliano (Ed**.). Rice Chemistry and Technology. AACC. St Paul, MN.

Juliano BO, dan Perez CM. 1984**. Results of the collaborative test on the measurement of grain elongation of milled rice during cooking.** J. Cereal Sci. 2 (4) : 281-292.

Kale, S.J., Jha, S.K Sinha, J.P., dan Lal, S.B., 2015. Soa**king Induced Changes in Chemical Composition, Glycemic Index and Starch Characteristics of Basmati Rice.** Rice Science, 22(5): 227-236.

Karim, A.A., M.H. Norziah, dan Seow. 2000. **Methods for the study of starch retrogradation.** Food Chemistry 71:9- 36. doi:10.1016/S0308-8146(00)00130-8.

Kurniati, dan Nida T. 2004**. Uji ekstrak kayu manis (Cinnamomum burmannii) sebagai antimikroba terhadap pertumbuhan Methicillin Resistant Staphylococcus aureus (MRSA) kode isolat m2036t secara in vitro** [skripsi]. Malang: Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya.

Lautan J. 1997. **Radikal Bebas Pada Eritrosit dan Leuksit.** Cermin Dunia Kedokteran No. 116 (49-52).

Lai P, Yuon L.K, Shin L, dan Han CH. 2001. **Phytochemicals and Antioxidant Properties of Solvent Extracts from Japonica Rice Bran.** Food Chem, 117 (3): 538-544.

Li, J.-Y., dan Yeh, A.-I., 2001. **Relationships between Thermal, Rheological Characteristics and Swelling Power for Various Starches.** Journal of Food Engineering (50): 141-148.

Lesmaningsih A. 2019. **Pengaruh Suhu Perendaman Dan Konsentrasi Ekstrak Kayu Manis Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Beras Parboiled Terfortifikasi Kromium Dan Magnesium.** Skripsi. Universitas Mercu Buana Yogyakarta

Molyneux, P., 2004. **The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity**. songklanakarin J. Sci. Technol. 26 (2): 211-218

Marsono, Y. 1998**. Perubahan kadar resistant starch (R S) dan komposisi kimia beberapa bahan pangan kaya karbohidrat dalam proses pengolahan.** Prosiding Seminar Nasional PATPI. Yogyakarta.

Miller, R. 1993. **Increasing Customer Value of Industrial Control Performance Monitoring.** Honeywell’s Experience. Honeywell Hi-Spec Solutions.

Mir S.A, dan Bosco S J D. 2013. **Effect of soaking temperature on physical and functional properties of parboiled rice cultivars grown in temperate region of India.** Food Nutr Sci, 4: 282–288.

Meyer, H., 1985. **Food Chemistry.** Reinhold Publishing Corporation, New York.

Medikasari, Siti N, Neti Y, dan Naomi C.S. 2009**. Sifat Amilografi Pasta Pati Sukun Termodifikasi Menggunakan Sodium Tripolifosfat.** Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian Volume 14, No. 2

Negri, G. (2005). **Diabetes mellitus; hypoglicemic plants and natural active principles.** Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences 41: 121–141.

Ngadiwiyana. 2011. **Potensi Sinamaldehid Hasil Isolasi Minyak Kayu Manis Sebagai Senyawa Antidiabetes.** Majalah Farmasi Indonesia, 22 (1), 9 – 14.

Nurhaeni, S. 1980. **Mempelajari Kebutuhan Panas dan Kecepatan Pengeringan Pengolahan Parboiled Rice** [skripsi]. Bogor: Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Otegbayo B.O., Osamuel F., dan Fashakin J.B. 2001. **Effect of parboiling on physico-chemical qualities of two local rice varieties in Nigeria.** J Food Technol Afr, 6(4): 130–132.

Pariwiyanti, Filli P., dan Nura M. 2016. **Profil Pasting Ganyong Termodifikasi Dengan Heat Moisture Treatment Dan Xantan Untuk Produk Roti.** Jurnal Teknlogi Dan Industri Pangan, Vol. 27

Pancawati U. 2018. **Pengaruh Cara Penambahan Ekstrak Pandan Dan Lama Pendinginan Terhadap Sifat Fisik, Kimia Dan Mutu Tanak Beras Parboiled Terfortifikasi Kromium Dan Magnesium.** Skripsi. Universitas Mercu Buana Yogyakarta.

Pusat Data dan Informasi Kementrian Kesehatan RI. 2014. **Analisis Situasi Diabetes**. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementrian Kesehatan. Jakarta.

Pukkahuta C, Suwannawat B, Shobsngob S, dan Varavinit S. 2008. **Comparative study of pasting and thermal transition characteristic of osmotic pressure and heat-moisture treated corn starch.** Carbohydrate Polymer 72: 527 – 536.

Pham, A., Kourlas, H., dan Pham, D. 2007. **Cinamon Supplementation in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus.** Pharmacotherapy. 27(4) : 595-9.

Purwani E.Y, Yuliani S, Indrasari S.D, Nugraha S, dan Thahrir R. 2007**. Sifat Fisiko Kimia Beras Dan Indeks Glikemiknya.** Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan

Randhir,R., Young K., dan Kalidas S., 2008. **Effect of Thermal Processing on Phenolics, Antioxidant Activity and Health-Relevant Functionality of Select Grain.** Sprouts and Seedlings Innovative Food Science and Emerging Technologies 9 :355–364

Puspitasari, G., S. Muwarni, dan Herawati. 2012.

Uji daya antibakteri perasan buah mengkudu

(Morinda citrifolia) terhadap bakteri

Methicillin resistant Staphylococcus aureus

(MRSA) M.2036 in vitro. Skripsi. Program

Studi Pendidikan Dokter Hewan. Program

Kedokteran Hewan. Universitas Brawijaya

Puspitasari, G., S. Muwarni, dan Herawati. 2012.

Uji daya antibakteri perasan buah mengkudu

(Morinda citrifolia) terhadap bakteri

Methicillin resistant Staphylococcus aureus

(MRSA) M.2036 in vitro. Skripsi. Program

Studi Pendidikan Dokter Hewan. Program

Kedokteran Hewan. Universitas Brawijaya

Puspitasari, G., S. Muwarni, dan Herawati. 2012.

Uji daya antibakteri perasan buah mengkudu

(Morinda citrifolia) terhadap bakteri

Methicillin resistant Staphylococcus aureus

(MRSA) M.2036 in vitro. Skripsi. Program

Studi Pendidikan Dokter Hewan. Program

Kedokteran Hewan. Universitas Brawijaya

Puspitasari, G., S. Muwarni, dan Herawati. 2012.

Uji daya antibakteri perasan buah mengkudu

(Morinda citrifolia) terhadap bakteri

Methicillin resistant Staphylococcus aureus

(MRSA) M.2036 in vitro. Skripsi. Program

Studi Pendidikan Dokter Hewan. Program

Kedokteran Hewan. Universitas Brawijaya.

Ravindran, P.N., Nirmal, K., dan Shylaja. 2004**. Cinnamon and Cassia The Genus Cinnamomum: Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles.** CRC Press, Washington. D. C, USA.

Rismunandar. 1993. **Kayu Manis.** Penebar Swadaya. Jakarta

Rimbawan. 2006**. Pengembangan teknologi pengolahan beras rendah indeks glisemik**. Dalam: Prosiding Lokakarya Nasional: Peningkatan Daya Saing Beras Nasional Melalui Perbaikan Kualitas. Perum bulog. Jakarta. Hal.131-140.

Rincón, A.M. dan Padilla, F.C. (2004**). Physicochemical properties of Venezuelan breadfruit (Artocarpus altilis) starch.** Archivos Latinoamericanos de Nutricion. 54(4): 449- 456.

Ropiq, S. 1989. **Ekstraksi dan Karakterisasi Pati Ganyong (Canna edulis, Kerr.).** [Skripsi]. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Singh, R., Paul dan Dennis R. Heldman, 2009. **Introduction to Food Engineering**. Academic Press, Elsevier.

Smolin, L.A. dan Grosvenor, M.B. 2007. **Nutrition** : Science & Applications Sounders College Publishing, Orlando.

Sulistyani. 2018. **Pengaruh Cara Penambahan Ekstrak Pandan dan Waktu Pendinginan Gabah Terhadap Tingkat Kesukaan, Aktivitas Antioksidan, Kadar Fortifikan dan Pati Resisten Serta Indeks Glikemik Beras Parboiled Terfortifikasi.** Skripsi. Universitas Mercu Buana. Yogyakarta.

Suprihatno. 2009**. Deskripsi Varietas Padi.** Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

Tjahjani, S., Fenny, dan Felicia O. 2014. **Efek Ekstrak Etanol Kayu Manis (Cinnamomum burmannii) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah**. <http://repository.maranatha.edu/12623/10/1110110_Journal.pdf>. Diakses pada 14 Januari 2019 pukul 18.37.

Tistianingrum N.W. 2019. **Pengaruh Suhu Perendaman Dan Konsentrasi Ekstrak Kayu Manis Terhadap Tingkat Kesukaan, Indeks Glisemik Dan Pati Tahan Cerna Beras Pratanak Trfortifikasi Cromium dan Magnesium.** Skripsi. Universitas Mercu Buana Yogyakarta.

Tuminah, S. 2004**. Teh (Camellia sinensis) Sebagai Salah Satu Sumber** Antioksidan. Cermin Dunia Kedokteran No. 144:52- 54

Varavinit, Salyavit, Sujin S., Warunee V., Pavinee C., dan Onanong Naivikul. 2003. **Effect of Amylose Content on Gelatinization, Retrogradation and Pasting Properties of Flours from Different Cultivars of Thai Rice. Starch.** 55: 410-415.

Wang, S., Li, C., Copeland, L., dan Niu, Q. 2015**. Starch Retrogradation**: A Comprehensive Review. Comprehensive Review in Food Science and Food Safety. 14:568-585.

Wani, A.A, Singh, P., Shah, M.A., Weisz, U.S., Gul, K. dan Wani, I.A. (2012). **Rice starch diversity: effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties-a review.** Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 11(5): 417-436.

Wimberly, J.E. 1983. **Paddy Rice Postharvest Industry in Developing Countries**. International Rice Research Institute. Manilla. Dalam Jurnal Keteknikan Pertanian. 2016. Pengaruh Lama Pengukusan terhadap Mutu Fisik Beras Pratanak pada Beberapa Varietas GabahVol. 4 No. 2, p 187-194.

Winarno, F.G. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT. Gramedia, Jakarta.

Widowati,S., 2008**. Karakteristik Beras Instan Fungsional Dan Perananya Dalam Menghambat Kerusakan Pankreas.** Majalah Pangan 177 (52) :51-60.

Widowati,, S., M. Astawan, dan Achyar. 2010. **Reducing Glycemic Index Of Some Rice Varieties Using Parboiling Process.Indonesian Journal of Agriculture.** Vol 3(2). Hal: 104-111.

Widowati, S., M. Astawan., D. Muchtadi, dan T. Wresdiyati. 2007. **Pemanfaatan Ekstrak Teh Hijau dalam Pengembangan Beras Pratanak Fungsional**. Hlm. 975-987. Prosiding Seminar Nasional PATPI 2007. Bandung.

Widaningrum, Purwani E.Y, dan Tahir R, Muslich. 2006. **Effect of heat moisture treatment of sago starch on its noodle quality**. Journal of Agricultural Science. 7:8-14.

Xie F, Liu H, Chen P, Xue T, Chen L, Yu L, dan Corrigan P. 2006. **Starch gelatinization under shearless and shear conditions.** International Journal of Food Engineering 2 (5): Art. 6.

Zhu , R., H. Liu., C. Liu., L. Wang., R. Ma., B. Chen., L. Li., J. Niu., M. Fu., D. Zhang., dan S. Gao., 2017. **Cinnamadehyde in Diabetes**: A Review of Pharmacology, Pharmacokinetics and Safety. Pharmacological Research Volume 122: 78-89.