

Fenol total, flavonoid, dan aktivitas antioksidan beras coklat germinasi dari beras hasil budidaya di Provinsi Lampung

Total Phenols, flavonoids, and antioxidant activity of germinated brown rice from cultivated rice in Lampung Province

Dwi Eva Nirmagustina^{1*}, Chandra Utami Wirawati¹⁾, Winarto¹⁾

¹ Program Studi Teknologi Pangan, Dosen Program Studi Mekanisasi Pertanian
Politeknik Negeri Lampung
*dwievan94@polinela.ac.id

Informasi artikel:

Dikirim 11/01/2024; disetujui; 23/09/2024; diterbitkan 30/03/2025

ABSTRACT

Germination process is a method to increase the acceptability of brown rice. In addition, it will increase the content of brown rice bioactive components. This study's purpose is to determine the content of total phenol, flavonoids, and antioxidant activity of germinated brown rice in 3 rice varieties (Mentik Susu, Ciherang, and Pandan Wangi) which are grown in Prov. Lampung. The treatment was designed in a completely randomized block design (CRBD) with 3 replications. The data was processed with variance to determine the effect of treatment on the parameters tested and continued with the Tukey test to determine the differences between treatments. The results showed the content of total phenol, flavonoids, and antioxidant activity of germinated brown rice were influenced by rice varieties and germination time. Germinated brown rice of Ciherang variety showed the highest flavonoid content and antioxidant activity, 16.27mgQE/g ex and 575.36 G/mL, respectively. Germination duration of 24 hours showed the highest content of total phenol, flavonoid, and antioxidant activity, respectively 4.81 mg GAE/g ex, 18.60 mg QE/g ex, and 613.88 G/mL.

Keywords: *antioxidant activity, bioactive component, germinated brown rice*

ABSTRAK

Proses germinasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan daya terima beras coklat. Selain itu juga akan meningkatkan kandungan komponen bioaktif beras coklat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan fenol total, flavonoid, dan aktivitas antioksidan beras coklat germinasi pada 3 varietas beras (Mentik Susu, Ciherang, dan Pandan Wangi) yang ditanam di Prov. Lampung. Perlakuan dirancang dalam rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dengan 3 ulangan. Data diolah dengan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diuji dan dilanjutkan dengan uji Tukey untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan fenol total, flavonoid, dan aktivitas antioksidan beras coklat germinasi dipengaruhi varietas beras dan lama germinasi. Beras coklat germinasi varietas Ciherang menunjukkan kandungan flavonoid dan aktivitas antioksidan tertinggi, berturut-turut 16,27mgQE/g eks dan 575,36 µg /mL. Lama germinasi 24 jam menunjukkan kandungan total fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan tertinggi, berturut-turut 4,81 mg GAE/g eks, 18,60 mg QE/g eks, dan

613,88 $\mu\text{G}/\text{mL}$.

Kata kunci : *aktivitas antioksidan, beras coklat germinasi, komponen bioaktif,*

PENDAHULUAN

Beras merupakan makanan pokok rakyat Indonesia selain singkong, umbi-umbian, jagung, sagu, dan jagung (Kemendag, 2013). Produksi beras nasional tahun 2023 sebesar 30,90 juta ton (BPS, 2023). Provinsi Lampung menduduki urutan ke-6 dari 34 provinsi di Indonesia penyumbang beras nasional yaitu sebesar 1.55 juta ton (BPS, 2023). Varietas beras di Indonesia termasuk Lampung sangat banyak, hampir ribuan, tapi yang terkenal dan banyak ditanam diantaranya adalah Mentik Susu, Ciherang, dan Pandan Wangi. Pada umumnya beras yang dikonsumsi masyarakat Indonesia adalah beras putih, yaitu beras coklat yang disosoh. Sedangkan beras coklat jarang dikonsumsi karena memiliki karakteristik fisik seperti aroma, rasa, dan tekstur yang tidak disukai.

Beras coklat germinasi adalah beras coklat yang mengalami proses germinasi yang bertujuan untuk menghasilkan tekstur beras yang lebih lembut (Komatsuzaki *et al.*, 2007; Esa *et al.*, 2013). Proses germinasi dapat meningkatkan baik kandungan gizi maupun non gizi beras coklat seperti asam amino, lisin, vitamin B1, B6, E, serta mineral magnesium, serat pangan, dan GABA (Kayahara dan Tsukahara, 2000). Beras coklat germinasi memiliki komponen bioaktif (γ -oryzanol, tocopherol, dan tocotrienol) dan tingkat aktivitas antioksidan jauh lebih tinggi daripada beras coklat (Lin, 2015).

Antioksidan adalah molekul yang mampu memperlambat atau mencegah terjadinya proses oksidasi dengan molekul lain (Schuler, 1990). Oksidasi adalah reaksi kimia yang dapat menghasilkan radikal bebas yang dapat memicu reaksi berantai yang dapat merusak sel sehingga terjadi kemunduran fungsi sel (Butnariu, 2012). Akibat dari ini adalah timbulnya penyakit degeneratif yaitu penyakit yang muncul

akibat proses kemunduran fungsi sel tubuh dari keadaan normal menjadi lebih buruk. Penyebab penyakit degeneratif ditimbulkan oleh gaya hidup yang salah seperti merokok (Elmasry *et al.*, 2015), konsumsi alkohol yang berlebihan (Kamal *et al.*, 2020), kurang aktivitas fisik (Perez-Lasierra *et al.*, 2022), kurang konsumsi serat (Sofi *et al.*, 2016), konsumsi padat energi (Serafini dan Toti, 2016), dan obesitas sentral (Jagust *et al.*, 2005). Makanan yang bisa menjadi penyebab penyakit degeneratif adalah daging berlemak (Alisson-Silva *et al.*, 2016), junk food (Roddy *et al.*, 2020), soft drink (Hector, 2009), mentega (Grosso, 2017), alkohol (Kamal, 2020), gula (Han, 2021), dan minyak (Tan, 2019). Salah satu sumber antioksidan adalah antioksidan alami yang termasuk didalamnya adalah komponen bioaktif tanaman yaitu fenol dan flavonoid.

Senyawa fenol merupakan metabolit alami sekunder yang terdapat pada tanaman yang berfungsi sebagai senyawa pertahanan terhadap pengaruh lingkungan seperti cahaya tinggi, suhu rendah, infeksi patogen, herbivora, dan kekurangan nutrisi (Lattanzio, 2013). Bioaktivitas senyawa fenolik telah dipelajari secara luas dan dikonfirmasi bermanfaat bagi manusia. Senyawa fenolik memiliki potensi sebagai antioksidan, antibakteri, antivirus, dan antiinflamasi (Miguel-Chávez, 2017; Ahmadi, 2019; Rasaily & Nagarajan, 2021; Wongsa, 2020; Ciuliu, 2018). Senyawa fenolik utama pada beras coklat adalah asam ferulat dan p-coumaric, sedangkan pada beras coklat germinasi adalah asam ferulat dan asam sinapinic (Tian *et al.*, 2004). Senyawa flavonoid merupakan sekelompok zat alami yang ditemukan pada berbagai tanaman termasuk biji-bijian. Flavonoid memiliki efek menguntungkan pada kesehatan yang diaplikasikan pada bidang nutraceutical, farmasi, obat-obatan dan kosmetik karena bioaktivitasnya sebagai antioksidatif, antiinflamasi, antimutagenic, dan anti

karsinogenik (Panche, 2016).

Beras coklat germinasi merupakan salah satu bahan pangan yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional. Oleh karena itu sejumlah besar penelitian telah dilakukan untuk mengetahui berbagai komponen bioaktif beras coklat germinasi termasuk kandungan senyawa fenol dan flavonoid, serta aktivitas antioksidan beras coklat germinasi. Kondisi proses germinasi seperti waktu dan suhu germinasi, serta varietas beras coklat telah dilakukan oleh Bourneow & Toontam, (2019); Chung, (2019); Kaur *et al.*, (2017); Sangsila, (2018); Vichit, (2016), Lin (2015), Zhang *et al.*, (2014); Maisont & Narkrugsa, (2010).

Penelitian pembuatan beras coklat germinasi dari berbagai varietas beras coklat yang tumbuh di Lampung pada lama germinasi belum pernah dilakukan. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan beras coklat germinasi yang memiliki komponen bioaktif dengan aktivitas biologis yang dapat bermanfaat bagi masyarakat dan dapat berkontribusi pada pengembangan pangan fungsional di wilayah Lampung. Penting untuk diketahui bagaimana pengaruh waktu germinasi terhadap total fenol, kandungan flavonoid, dan aktivitas antioksidan pada berbagai varietas beras coklat yang ditanam di Lampung dan manakah dari varietas beras coklat yang ditanam di Lampung yang menghasilkan total fenol, kandungan flavonoid, dan aktivitas antioksidan tertinggi setelah germinasi. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu germinasi terhadap total fenol, kandungan flavonoid, dan aktivitas antioksidan pada berbagai varietas beras coklat yang ditanam di Lampung dan untuk menentukan varietas beras coklat yang ditanam di Lampung yang menghasilkan total fenol, kandungan flavonoid, dan aktivitas antioksidan tertinggi setelah germinasi.

METODE

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah 3 jenis beras coklat (beras pecah kulit) yang ditanam di Desa Candipuro Kab. Lampung Selatan, yaitu mentik susu (organik), ciherang (an organik), dan pandan wangi (an organik). Bahan kimia yang digunakan untuk uji total fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan adalah sodium karbonat (Merck), gallic acid (Sigma-aldrich), folin ciocalteu (Merck), aluminium klorida (Merck), potassium acetate (Kanto Chemical), quercetin (Sigma-aldrich), 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-aldrich), dan metanol (Merck). Alat untuk menggiling Gabah Kering Giling (GKG) adalah alat giling padi mini (Satake) dan alat untuk mengeringkan beras coklat germinasi adalah oven pengering (Memmert)

Rancangan percobaan

Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan 3 ulangan. Perlakuan pertama adalah jenis beras coklat yang terdiri dari 3 taraf, yaitu mentik susu (B1), ciherang (B2), dan pandan wangi (B3). Perlakuan kedua adalah waktu perkecambahan yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0 jam (L1), 12 jam (L2), 24 jam (L3), dan 36 jam.

Prosedur kerja

Gabah kering giling (GKG) digiling untuk menghasilkan beras coklat. Beras coklat direndam pada suhu kamar selama 24 jam. Beras coklat yang telah direndam dikecambahkan selama 0 jam, 12 jam, 24 jam, dan 36 jam dengan suhu 26°C dan kelembaban 90%. Beras coklat germinasi dikeringkan dengan oven pada suhu konstan 60°C hingga mencapai kadar air 14%.

Pengujian

Pengujian terhadap beras coklat germinasi yang meliputi total fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan.

1. Persiapan ekstrak sampel beras coklat germinasi.

Beras coklat germinasi diekstrak menggunakan metanol dengan metode maserasi.

2. Uji kuantitatif senyawa fenolik
Kandungan total fenolik dianalisis menggunakan uji Folin-Ciocalteu prosedur Chung *et al.*, (2003) dengan beberapa modifikasi. Secara singkat, ekstrak sampel (1ml) dicampur reagen Folin-Ciocalteu (0,1ml) dan dibiarkan 4-8 menit. Kemudian ditambah larutan Na_2CO_3 7% (4,0ml) dan dicampur sampai homogen. Selanjutnya ditambah aquades hingga 10 ml dan didiamkan selama 2 jam pada suhu kamar. Selanjutnya absorbansi diukur pada 750 nm. Hasil dinyatakan sebagai setara asam galat (mg ekstrak GAE/ml).
3. Uji kuantitatif senyawa flavonoid
Kandungan flavonoid total dianalisis menggunakan kuersetin (QE) sebagai standar yang mengacu pada prosedur Ahmad & Aarabi (2014) dengan beberapa modifikasi. Secara ringkas, ekstrak sampel (1ml) dicampur dengan metanol p.a (3ml), AlCl_3 10% (0,2ml), kalium asetat 1M (0,2ml), dan dicukupkan dengan aquadestilata sampai 10 ml. Kemudian diinkubasi selama 30 menit pada suhu kamar. Selanjutnya absorbansi diukur pada panjang gelombang 431nm. Hasil dinyatakan sebagai mg ekuivalen kuersetin/g ekstrak.
4. Aktivitas antioksidan DPPH
Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan 1,1-Diphenyl-2 picryl Hydrazyl (DPPH). Secara ringkas, sampel ekstrak (0,5ml) dicampur secara homogen dengan DPPH (3,5ml). Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C pada ruang gelap. Selanjutnya absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm.

Analisis data

Data yang diperoleh kemudian diolah dengan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diuji. Bila terdapat pengaruh nyata maka untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan

tersebut dilakaukan uji Tukey.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum warna beras coklat adalah putih kecoklatan karena tidak adanya proses penyosohan sehingga masih terdapat bagian bran/dedaknya. Warna beras coklat Ciherang dan Pandan Wangi adalah putih kecoklatan transparan, sedangkan beras coklat Mentik Susu adalah putih susu (Gambar 1).



Ciherang Mentik Susu Pandan Wangi
Gambar 1. Beras coklat

Beras coklat direndam selama 24 jam. Perendaman bertujuan untuk mengkondisikan beras agar cepat terjadi perkecambahan. Di dalam perendaman terjadi proses penyerapan air ke dalam beras yang akan merangsang proses perkecambahan. Beras coklat setelah direndam selama 24 jam kemudian dikecambahkan dengan cara meletakkan beras pada tampah yang dialasi dengan kertas merang dan ditutup juga dengan kertas merang. Proses perkecambahan akan berjalan baik jika kondisi beras lembab. Oleh karena itu selama proses perkecambahan kelembaban beras harus dijaga dengan cara menyemprot beras dengan air. Proses perkecambahan selama 12 jam belum menunjukkan tumbuhnya kecambah pada beras coklat. Kecambah mulai terlihat pada proses perkecambahan 24 jam dan terus memanjang seiring bertambah lama proses perkecambahan 36 jam dan 48 jam. Setelah proses perkecambahan dan proses pengeringan tidak ada perubahan warna yang signifikan terhadap beras coklat germinasi (Gambar 2).



Ciherang Mentik Susu Pandan Wangi
Gambar 2. Beras coklat germinasi (24 jam)

Kandungan flavonoid dan aktivitas antioksidan beras coklat germinasi dipengaruhi varietas beras (Tabel 1, $p < 0,05$, ANOVA), sedangkan kandungan total fenol beras coklat germinasi tidak dipengaruhi varietas beras (Tabel 1, $p > 0,05$, ANOVA). Terdapat perbedaan kandungan flavonoid dan aktivitas antioksidan antar varietas beras. Beras coklat germinasi varietas Ciherang menunjukkan kandungan flavonoid tertinggi, yaitu 16,27 mg QE/g eks, sedangkan beras coklat germinasi varietas Mentik Susu dan Pandan Wangi menunjukkan kandungan flavonoid berturut-turut 13,37 mg QE/g eks dan 9,55 mg QE/g eks. Beras coklat

germinasi varietas Ciherang juga menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi, yaitu 575,36 $\mu\text{G}/\text{mL}$, sedangkan beras coklat germinasi varietas Mentik Susu dan Pandan Wangi menunjukkan aktivitas antioksidan berturut-turut adalah 410,07 $\mu\text{G}/\text{mL}$ dan 496,28 $\mu\text{G}/\text{mL}$. Kandungan flavonoid yang tinggi pada beras Ciherang dibandingkan Mentik Susu dan Pandan Wangi diduga karena terjadinya perbedaan nutrisi tempat tumbuhnya padi. Menurut Shrestha et al. (2020), pertumbuhan, perkembangan, dan produksi padi bergantung pada ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Aktivitas antioksidan yang tinggi pada beras coklat germinasi varietas Ciherang disebabkan oleh tingginya kandungan flavonoid pada beras coklat germinasi varietas Ciherang meskipun kandungan total fenolnya tidak berbeda dengan beras coklat germinasi varietas Mentik Susu dan Pandan Wangi. Flavonoid merupakan salah satu antioksidan alami yang memiliki aktivitas antioksidan (Panche, 2016).

Tabel 1. Kandungan total fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan beras coklat germinasi berdasarkan varietas beras

Jenis Beras	Total Fenol (mgGAE/g eks)	Flavonoid (mg QE/g eks)	IC 50 ($\mu\text{G}/\text{mL}$)
Mentik Susu	4,22 \pm 0,19 ^a	13,37 \pm 0,07 ^{ab}	410,07 \pm 20,08 ^b
Ciherang	4,12 \pm 0,13 ^a	16,27 \pm 1,53 ^a	575,36 \pm 59,17 ^a
Pandan Wangi	3,92 \pm 0,28 ^a	9,55 \pm 1,92 ^b	496,28 \pm 28,46 ^{ab}

Kandungan total fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan beras coklat germinasi dipengaruhi lama germinasi (Tabel 2, $p < 0,05$, ANOVA). Terdapat perbedaan kandungan total fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan antar lama germinasi.

Lama germinasi 24 jam menunjukkan kandungan total fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan paling tinggi, berturut-turut yaitu 4,81 mg GAE/g eks, 18,60 mg QE/g eks, dan 613,88 $\mu\text{G}/\text{mL}$.

Tabel 2. Kandungan total fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan beras coklat germinasi berdasarkan lama germinasi

Lama (jam)	Total Fenol (mg GAE/g eks)	Flavonoid (mg QE/g eks)	IC 50 ($\mu\text{G}/\text{mL}$)
0	3,72 \pm 0,42 ^b	10,73 \pm 2,59 ^{bc}	409,78 \pm 37,65 ^b
12	3,90 \pm 0,16 ^{ab}	14,01 \pm 2,96 ^b	459,32 \pm 49,57 ^{ab}
24	4,81 \pm 0,14 ^a	18,60 \pm 1,01 ^a	613,88 \pm 85,02 ^a
36	3,94 \pm 0,21 ^{ab}	8,92 \pm 1,97 ^c	492,64 \pm 63,55 ^{ab}

Dalam proses germinasi terdapat 3 fase meliputi fase imbibisi, fase pembentukan bakal tunas, dan fase pemanjangan tunas (Bewley, 1997). Proses perendaman beras coklat selama 24 jam sebelum proses germinasi bertujuan untuk memberi kesempatan air untuk masuk ke dalam beras coklat (fase imbibisi). Setelah itu proses germinasi dimulai dengan terbentuknya bakal tunas. Pada fase pembentukan bakal tunas terjadi sintesis berbagai jenis protein, mitokondria, dan berbagai senyawa lain. Fase pembentukan tunas terjadi antara 12 – 24 jam germinasi. Setelah itu terjadi fase pemanjangan tunas yang ditandai dengan bertambah panjangnya bakal tunas. Fase ini terjadi setelah 24 jam germinasi. Pada penelitian ini diduga lama germinasi 24 jam merupakan akhir terjadinya fase pembentukan bakal tunas dan awal fase pemanjangan tunas. Lama germinasi 24 jam mampu meningkatkan berbagai komponen bioaktif beras coklat germinasi, diantaranya yaitu total fenol dan flavonoid.

KESIMPULAN

Varietas beras dan lama germinasi berpengaruh terhadap kandungan total fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan beras coklat germinasi. Beras coklat germinasi varietas Ciherang menunjukkan kandungan flavonoid dan aktivitas antiosidan tertinggi, berturut-turut 16,27 mg QE/g eks dan 575,36 $\mu\text{G} /\text{mL}$. Lama germinasi 24 jam menunjukkan kandungan total fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan tertinggi, berturut-turut 4,81 mg GAE/g eks, 18,60 mg QE/g eks, dan 613,88 $\mu\text{G} /\text{mL}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Politeknik Negeri Lampung yang telah memberikan dana untuk terlaksananya penelitian ini .

DAFTAR PUSTAKA

Ahmadi, B., & Aarabi, A. (2019). Evaluation of phenolic compounds, antioxidant and antimicrobial activities of rice

(*Oriza Sativa*. L.) pedicle extract (in vitro). *Journal of food Engineering and technology*, 8(1), 1 –16. <http://doi.org/10.32732/jfet.2019.8.1.10>

Alisson-Silva, F., Kawanishi, K., & Varki, A. (2016). Human risk of diseases associated with red meat intake: Analysis of current theories and proposed role for metabolic incorporation of a non-human sialic acid. *Molecular aspects of medicine*, 51, 16–30. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2016.07.002>

Bewley, J. D. (1997). Seed germination and dormancy. *Plant Cell*, 9(7), 1055 – 1066.

Bourneow, C., & Toontam, N. (2019). Microbiological quality and some bioactive compounds in relation to sensory profiles during germination of brown-purple-pigmented rice. *International food research journal*, 26(3), 1011-1021.

BPS. (2023). Berita Resmi Statistik. Luas panen dan produk padi di Indonesia tahun 2023. Badan Perhitungan Statistik. Retrieved from <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2023/10/16/2037/luas-panen-dan-produksi-padi-di-indonesia-2023--angka-sementara-.html>.

Butnariu, M., & Samfira, I. (2012) Free radicals and oxidative stress. *J bioequiv availab*, 4(6), 17-19. <http://doi.org/10.4172/jbb.10000e13>.

Chung, S. I., Ham, T. H., & Kang, M. Y. (2019). Effect of germinated pigmented rice "superjami" on the glucose level, antioxidant defense system, and bone metabolism in the menopausal rat model. *Nutrients*, 11(9), 2184. <https://doi.org/10.3390/nu11092184>.

Ciulu, M., Cádiz-Gurrea, M. L., & Segura-Carretero, A. (2018). Extraction and analysis of phenolic compounds in rice: A review. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 23(11), 2890. <https://doi.org/10.3390/molecules23112890>

- Elmasry, S., Asfour, S., de Rivero Vaccari, J. P., & Travascio, F. (2015). Effects of tobacco smoking on the degeneration of the intervertebral disc: A finite element study. *PloS one*, *10*(8), e0136137. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136137>
- Mohd Esa, N., Abdul Kadir, K. K., Amom, Z., & Azlan, A. (2013). Antioxidant activity of white rice, brown rice and germinated brown rice (in vivo and in vitro) and the effects on lipid peroxidation and liver enzymes in hyperlipidaemic rabbits. *Food chemistry*, *141*(2), 1306–1312. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.086>
- Grosso, G. (2017). Milk and chronic-degenerative diseases: main components and potential mechanisms. 385-393. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-809868-4.00030-3>.
- Han, R., Liang, J., & Zhou, B. (2021). Glucose metabolic dysfunction in neurodegenerative diseases-new mechanistic insights and the potential of hypoxia as a prospective therapy targeting metabolic reprogramming. *International journal of molecular sciences*, *22*(11), 5887. <https://doi.org/10.3390/ijms22115887>.
- Hector, D., Rangan, A., Louie, J., Flood, V., Gill, T. (2009). Soft drinks, weight status and health: a review. Sydney: A NSW Centre for Public Health Nutrition (now known as Cluster of Public Health Nutrition, Prevention Research Collaboration, University of Sydney) project for NSW Health.
- Jagust, W., Harvey, D., Mungas, D., & Haan, M. (2005). Central obesity and the aging brain. *Archives of neurology*, *62*(10), 1545–1548. <https://doi.org/10.1001/archneur.62.10.1545>.
- Kamal, H., Tan, G. C., Ibrahim, S. F., Shaikh, M. F., Mohamed, I. N., Mohamed, R. M. P., Hamid, A. A., Ugusman, A., & Kumar, J. (2020). Alcohol use disorder, neurodegeneration, Alzheimer's and Parkinson's disease: interplay between oxidative stress, neuroimmune response and excitotoxicity. *Frontiers in cellular neuroscience*, *14*, 282. <https://doi.org/10.3389/fncel.2020.00282>.
- Kaur, M., Asthir, B., & Mahajan, G. (2017). Variation in antioxidants, bioactive compounds and antioxidant capacity in germinated and ungerminated grains of ten rice cultivars. *Rice science*, *24*, 349-359.
- Kayahara, Hiroshi & Tsukahara. 2000. Flavor, health and nutritional quality of pre-germinated brown rice. Presented at 2000 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies in Hawaii
- Kementerian Dagang. 2013. Profil Komoditas Beras. Retrieved from https://ews.kemendag.go.id/sp2kplanding/assets/pdf/130827_ANL_UPK_Beras.pdf.
- Komatsuzaki, N., Tsukahara, K., Toyoshima, H., Suzuki, T., Shimizu, N., & Kimura, T. (2007). Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. *Journal of Food Engineering*, *78*, 556-560. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.10.036>.
- Lattanzio, V. (2013). Phenolic compounds: introduction. Natural product chapter 50. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. http://doi.org/10.1007/978-3-642-22144-6_57.
- Lin, Y. T., Pao, C. C., Wu, S. T., & Chang, C. Y. (2015). Effect of different germination conditions on antioxidative properties and bioactive compounds of germinated brown rice. *BioMed research international*, *2015*, 608761. <https://doi.org/10.1155/2015/608761>.
- Maisont, S., & Narkrugsa, W. (2010). The Effect of germination on gaba content, chemical composition, total phenolics content and antioxidant capacity of thai waxy paddy rice. *Kasetsart Journal. Natural Sciences*, *44*(5), 912–923.
- Miguel-Chávez, R. (2017). Phenolic

- antioxidant capacity: a review of the state of the art. Chapter 4. 59-74. <http://dx/doi.org/10.5772/66897>.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of nutritional science*, 5, e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>.
- Perez-Lasierra, J. L., Casajus, J. A., González-Agüero, A., & Moreno-Franco, B. (2022). Association of physical activity levels and prevalence of major degenerative diseases: Evidence from the national health and nutrition examination survey (NHANES) 1999-2018. *Experimental gerontology*, 158, 111656. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111656>
- Rasaily, Shrijana & Nagarajan, Srividya. (2021). Indian red rice phenolic metabolites as potential natural inhibitors of SARS-CoV-2 main protease: A metabolomic and in silico study. *Annals of phytomedicine: An international journal*. 10. 10.21276/ap.covid19.2021.10.1.5.
- Roddy, G. W., Rosa, R. H., Viker, K. B., Holman, B. H., Hann, C. R., Krishnan, A., Gores, G. J., Bakri, S. J., & Fautsch, M. P. (2020). Diet mimicking "fast food" causes structural changes to the retina relevant to age-related macular degeneration. *Current eye research*, 45(6), 726–732. <https://doi.org/10.1080/002713683.2019.1694156>
- Sangsila, A., Promden, W., Pinda, W. (2018). Antioxidant, and anti tyrosine activities in germinated brown rice of indigenous thai cultivars. *International journal of agricultural technology*, 14(7), 1883–1892.
- Schuler P. (1990). Natural Antioxidant Exploited Commercially in Hudson BJJ, Food Antioxidants. New York: Elsevier Applied Science.
- Serafini, M., & Toti, E. (2016). Unsustainability of obesity: metabolic food waste. *Frontiers in nutrition*, 3, 40. <https://doi.org/10.3389/fnut.2016.00040>.
- Shrestha, Jiban & Kandel, Manoj & Subedi, Subash & Shah, Kabita. (2020). Role of nutrients in rice (*Oryza sativa* L.): A review. *Agrica*, 9, 53-62. <http://doi.org/10.5958/2394-448X.2020.00008.5>
- Sofi, F., & Dinu, M.R. (2016). Nutrition and prevention of chronic-degenerative diseases. *Agriculture and agricultural science procedia*, (8), 713–717. <http://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.052>.
- Tan, B. L., & Norhaizan, M. E. (2019). effect of high-fat diets on oxidative stress, cellular inflammatory response and cognitive function. *Nutrients*, 11(11), 2579. <https://doi.org/10.3390/nu11112579>.
- Tian, S., Nakamura, K., & Kayahara, H. (2004). Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(15), 4808–4813. <https://doi.org/10.1021/jf049446f>.
- Vichit, W., & Saewan, N. (2016). Effect of germination on antioxidant, anti-inflammatory and keratinocyte proliferation of rice. *International food research journal*, 23(5), 2006 – 2015.
- Wongsa, P. (2020). Phenolic compounds and potential health benefits of pigmented rice. *IntechOpen*, 1–20. <http://doi.org/10.5772/intechopen.93876>
- Zhang, Q., Xiang J., Zhang L., Zhu X., Evers J., van der Werf W., Duan L. 2014. Optimizing soaking and germination conditions to improve gamma-aminobutyric acid content in japonica and indica germinated brown rice. *Journal of functional foods*, 10, 283 - 291. <http://doi.org/10.1016/j.jff.2014.06.009>.