



Daya Antioksidan Daging Buah Sepuluh Kultivar Pisang Meja Indonesia

Rita Ningsih*¹, Mohamad Rafi*^{3,5}, Aris Tjahjoleksono², Maria Bintang⁴, Rita Megia²

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari 93231, Sulawesi Tenggara, Indonesia, Telp: +62-401-3190105
Fax: +62-401-3194108 rita_unhalu@yahoo.com

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Gedung Biologi, Jl. Tanjung Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia, Telp./Fax: +62-251-8622833

³Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Gedung Kimia, Jl. Tanjung Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia, Telp/Fax: +62-251-8624567 mra@apps.ipb.ac.id

⁴Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Gedung Biokimia, Jl. Tanjung Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia, Telp/Fax: +62-251-8423267

⁵Unit Laboratorium Riset Unggulan, Institut Pertanian Bogor, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Jl Palem Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia, Telp./Fax: +62-251-8428226

Diterima: November 2023 – Disetujui: November 2023 – Dipublikasi: November 2023

© 2023 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo Kendari

ABSTRACT

Dessert banana that have AA, AAA, and AAB genotypes is one of the groups from the great diversity of bananas. Their nutritional content and antioxidant compounds can be accessed better than cooking banana by the human body. This research aimed to investigate antioxidant potential of the ripe pulp from ten Indonesian dessert banana cultivars. They were Ambon Putih, Ambon Kuning, Ambon Badak, Ambon Lumut, Raja Sereh, Raja Bulu, Lampung, Papan, Rejang, and Udang. Total polyphenol content, total flavonoid content, and IC₅₀ value were respectively determined using Folin Ciocalteu method, AlCl₃ method, and DPPH method. In addition water content and extract yield percentage also were analyzed. The freeze dried banana pulp was macerated using 96% ethanol for 24 hours then filtered and evaporated using a rotary evaporator. The highest water content and yield percentage were shown respectively by Ambon Badak (AAA) at 73.84% and Papan (AAA) at 68.95% extract rendement. The highest total polyphenol and flavonoid content were shown respectively by Rejang (AA) at 3498.63 mg GAE/Kg extract and Ambon Lumut (AAA) at 2756.07 mg QE/Kg extract. IC₅₀ values of banana pulp ranged from 3047.42 mg/L on Rejang (AA) cultivar to 14282.84 mg/L on the Papan cultivar. Rejang is the recommended cultivar for the highest total polyphenol while Ambon Lumut is recommended for the highest flavonoid content. These cultivars are recommended bananas for consumption or for further development.

Kata kunci: antioxidant, polyphenol, flavonoid, IC₅₀, dessert banana.

ABSTRAK

Pisang meja yang memiliki genotipe AA, AAA, dan AAB merupakan salah satu kelompok dari beragam macam pisang. Kandungan nutrisi dan senyawa antioksidannya dapat diserap lebih baik oleh tubuh manusia dibandingkan dengan pisang olahan. Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi antioksidan buah matang dari sepuluh kultivar pisang meja Indonesia. Pisang yang digunakan meliputi Ambon Putih, Ambon Kuning, Ambon Badak, Ambon Lumut, Raja Sereh, Raja Bulu, Lampung, Papan, Rejang, dan Udang. Kandungan polifenol total, kandungan flavonoid total, dan nilai IC_{50} masing-masing secara berurutan ditentukan menggunakan metode Folin Ciocalteu, metode $AlCl_3$, dan metode DPPH. Selain itu, juga dilakukan pengukuran kadar air dan persentase hasil ekstrak. Buah pisang hasil pengeringan beku dimaserasi menggunakan etanol 96% selama 24 jam kemudian disaring dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator*. Kadar air dan persentase hasil ekstrak tertinggi ditunjukkan masing-masing oleh Ambon Badak (AAA) sebesar 73,84% dan Papan (AAA) sebesar 68,95% rendemen ekstrak. Kandungan polifenol dan flavonoid total tertinggi ditunjukkan masing-masing oleh Rejang (AA) yaitu 3498,63 mg ekstrak GAE/Kg dan Ambon Lumut (AAA) sebesar 2756,07 mg QE/Kg ekstrak. Nilai IC_{50} buah pisang berkisar antara 3047,42 mg/L pada kultivar Rejang (AA) hingga 14282,84 mg/L pada kultivar Papan. Rejang merupakan kultivar yang direkomendasikan untuk polifenol total tertinggi sedangkan Ambon Lumut direkomendasikan untuk kandungan flavonoid tertinggi. Kedua kultivar tersebut merupakan pisang yang direkomendasikan untuk dikonsumsi atau pengembangan lebih lanjut.

Key words: antioksidan, polifenol, flavonoid, IC_{50} , pisang meja.

PENDAHULUAN

Radikal bebas dalam tubuh dapat berasal dari produk samping metabolisme sel atau dari faktor eksternal seperti polusi udara, alkohol, asap rokok, logam berat, obat-obatan, radiasi sinar ultraviolet dan lain lain (Widayati, 2012; Phaniendra *et al.*, 2015). Ketidakseimbangan jumlahnya terhadap zat antioksidan dalam tubuh memicu kondisi stres oksidatif, pada akhirnya menimbulkan sejumlah penyakit degeneratif kronik seperti kanker, diabetes melitus, hipertensi, penyakit neurodegeneratif, aterosklerosis, jantung koroner atau pun gagal jantung (Rani & Ydav, 2015; Megan, 2018). Implikasinya adalah peningkatan kesadaran masyarakat untuk mengkonsumsi makanan atau suplemen yang mengandung zat antioksidan tinggi terutama antioksidan alami seperti aneka sayuran, buah-buahan, rempah-rempah dan produk hewani. Antioksidan alami menjadi pilihan karena lebih aman, sebaliknya antioksidan sintetis dalam jangka

panjang dapat menimbulkan efek samping negatif berupa peradangan sampai kerusakan hati, meningkatkan resiko penyakit karsinogenetik dan menimbulkan tumor pada hewan uji (Amarowicz *et al.*, 2020; Andarwulan *et al.*, 1996).

Pisang merupakan buah populer di Indonesia maupun manca negara, dikonsumsi oleh semua kalangan mulai dari bayi sampai lanjut usia. Buah ini menempati urutan pertama dalam hal produksi dan konsumsi. Menurut BPS (2020) produksi buah pisang di tahun 2020 mencapai 8.182.756 ton diikuti mangga 2.898.588 ton dan jeruk siam atau keprok 2.444.384 ton diurutan ketiga. Demikian pula dengan nilai konsumsi buah pisang penduduk Indonesia perkapita tahun 2017 adalah 9,907 (kg/kapita/tahun), menempati urutan pertama dibandingkan buah-buahan lainnya (Statistik Pertanian, 2018). Disamping produktivitas, keragaman genetik plasma nutfah pisang edibel sangat tinggi, tercatat sekitar 250 dari 306 aksesori telah

dibudidayakan di kebun Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Solok Sumatra Barat (MGIS, 2020). Pisang komersil tersebut didominasi oleh kultivar triploid seperti pada varietas pisang buah/meja dan olahan termasuk dalam grup AAA, AAB, dan ABB. Genotip ABB biasanya dimiliki oleh pisang olahan dan plantain, sedangkan AAA atau AAB terdapat pada pisang buah/meja (Karamura & Mgenzi, 2004). Buah pisang meja berpotensi sebagai sumber antioksidan alami karena dapat dikonsumsi secara langsung sehingga kandungan antioksidannya secara utuh dapat diambil tanpa harus mengalami penurunan akibat proses pengolahan.

Buah-buahan kaya akan antioksidan yang mampu menurunkan insidensi penyakit degeneratif seperti kanker, arthritis, arteriosklerosis, penyakit jantung, inflamasi, disfungsi kognitif dan penuaan dini (Feskanich *et al.*, 2000; Halliwell, 1996). Kanazawa & Sakakibara (2000) mengategorikan buah pisang sebagai salah satu pangan antioksidan. Senyawa antioksidan yang teridentifikasi dalam buah pisang antara lain asam askorbat, tokoferol, beta-karoten, grup fenolik, dopamine, galokatekin, epikatekin, asam galat, asam protokatekuat, quercetin, myricetin, rutin, isorhamnetin, asam kafeat, asam ferulat (Borges *et al.*, 2014; Drapal *et al.*, 2020; Passo Tsamo *et al.*, 2015; Qusti *et al.*, 2010). Komposisi biokimia dan nutrisi pada buah pisang bervariasi berdasarkan tahap perkembangan dan di antara varietas (Gibert *et al.*, 2009; Khawas *et al.*, 2014). Oleh karena itu pengujian daya antioksidan pada buah pisang sangat penting untuk dilakukan seperti yang telah dilaporkan Anyasi *et al.* (2015) pada tepung daging buah pisang

mentah, Shian *et al.* (2012) pada daging buah matang 3 kultivar pisang di Malaysia, dan Sad *et al.* (2018) pada daging dan kulit buah pisang 4 kultivar di Bangladesh. Namun penelitian tentang daya antioksidan buah pisang di Indonesia masih sangat terbatas, antara lain pada buah pisang matang Goroho, tepung, daging dan kulit buah pisang tongkat langit, buah matang pisang susu, ambon, raja, dan uli (Mariyam, 2012; Nurfadilah, 2020; Pratiwi & Krisbianto, 2019; Saputro & Sudarsono, 2014; Suryanto *et al.*, 2011). Padahal jumlah keanekaragaman plasma nutfah buah pisang Indonesia sangatlah tinggi. Informasi daya antioksidan ini sangat penting untuk melengkapi basis data sebagai sumber informasi untuk pemuliaan pisang fokus pada perbaikan kandungan senyawa bioaktifnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menguji daya antioksidan daging buah sepuluh kultivar pisang meja di Indonesia mewakili pisang populer komersial dan pisang tidak populer.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2020 sampai dengan Maret 2021. Preparasi dan ekstraksi sampel di Laboratorium Biologi Terpadu Departemen Biologi FMIPA IPB, dan Laboratorium Penelitian Biomolekul Departemen Biokimia FMIPA IPB. Penentuan aktivitas antioksidan serta kandungan fenolik dan flavonoid total dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Biofarmaka Tropika LPPM IPB.

Alat dan Bahan

Sampel yang digunakan yaitu daging buah pisang sepuluh kultivar diperoleh dari perkebunan komersial dan kebun kecil di beberapa desa sekitar Kabupaten Bogor yaitu Cibatok-Kecamatan Cibungbulan, Kalong II-Kecamatan Leuwi Sadeng, Bojong Jengkol-Kecamatan Ciampea, Cikarawang dan Babakan-Kecamatan Dramaga. Sepuluh kultivar pisang meja wakil grup genom A dan B yaitu Ambon Kuning, Ambon Putih, Ambon Lumut, Ambon Badak, Udang, Papan, Raja Bulu, Raja Sereh, Lampung dan Rejang (Tabel 1). Tiga tandan dari tiga tanaman per-kultivar dipanen lalu satu atau dua sisir bagian tengah diambil, dibungkus, diberi label dan dibiarkan matang alami pada suhu kamar sampai tahap matang 6 (Ekesa *et al.*, 2015). Tiga buah pisang dipilih secara acak dari sisir tengah tersebut, dicuci, dikupas, diiris memanjang ketebalan 0,2 – 0,3 cm kemudian dikeringbekukan.

Bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu: etanol p.a, etanol 96%, methanol

p.a, aquades, Folin Ciocalteu, natrium hidroksida 1%, heksametilentetramin (HMT) 0,5% b/v, HCl 25%, asam asetat glasial 5% v/v dalam methanol, alumunium triklorida (AlCl₃) 2% dalam asam asetat glasial, aseton, etil asetat dan DMSO, diperoleh dari Merck (Darmstadt Germany). Kuersetin, asam galat, vitamin C, 1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) dari SIGMA Chemical Co. (St. Lois, MO). Alat-alat yang digunakan antara lain: pisau, alat-alat gelas, mikro pipet, kertas saring Whatman no. 42, rotari evaporator (Heidolph, Jerman), *freeze dryer* (Biobase, Cina), spektrofotometer UV/VIS (Hitachi, Jepang), timbangan analitik (Sartorius, Jerman), *microplate*, alat Elisa atau *Microplate Spectrophotometer* (Biotek, USA), sentrifus berpendingin (Dynamica, UK), vortex (DLabScie, CA-USA).

Tabel 1. Sampel buah yang digunakan dalam penelitian

No	Kultivar	Genomik/Grup ^{a)}	Subgrup ^{a)}	Lokasi ^{b)}
1	Ambon Putih	AAA	Ambon	Babakan, Bojong Jengkol, Kalong 2
2	<i>Ambon Kuning</i>	AAA	Ambon	Babakan, Kalong 2, Cibatok
3	Ambon Badak	AAA	Ambon	Kalong 2
4	Ambon Lumut	AAA	Ambon	Babakan, Kalong 2, Bojong Jengkol
5	Raja Bulu	AAB	Raja	Babakan, Kalong 2, Cibatok
6	Raja Sereh	AAB	Silk	Babakan, Kalong 2, Cibatok
7	Lampung	AA/Acuminata	<i>Unknown</i>	Babakan, Carang Pulang, Cibatok
8	Papan	AAA	<i>Unknown</i>	Kalong 2
9	Rejang	AA	Sucrier	Kalong 2
10	Udang	AAA	Red	Cibatok, Babakan

Note: ^{a)} Sumber dari *Musa Germplasm Information System* (MGIS, 2020); ^{b)} Desa di Kabupaten Bogor.

Ekstraksi Sampel Daging Buah Pisang

Sampel daging buah pisang yang sudah dikeringbekukan, dimaserasi menggunakan larutan etanol 96% selama 24 jam, selanjutnya larutan sampel disaring menggunakan kertas whatman. Filtrat kemudian dievaporasi menggunakan rotari evaporator pada suhu 40°C sampai diperoleh ekstrak pekat lalu ditimbang dan dihitung % rendemennya. Ekstrak selanjutnya digunakan untuk pengujian tiga parameter penelitian yaitu kandungan total fenolik, kandungan flavonoid total dan nilai IC₅₀ (*inhibition concentration* 50).

Penentuan Kandungan Polifenol total

Kandungan polifenol daging buah pisang ditentukan dengan metode Farmakope Indonesia V (Kemenkes RI, 2014). Sebanyak 1 mL ekstrak dengan konsentrasi 40% (b/v) dan 5 mL reagen Folin Ciocalteu (7,5%) dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian campuran ini divorteks, lalu diinkubasi dalam ruang gelap selama 8 menit. Setelah itu ditambahkan NaOH 1% sebanyak 4 mL lalu divorteks dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 1 jam. Absorbans ekstrak dibaca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang (λ) 730 nm. Kandungan polifenol total dinyatakan sebagai ekuivalen asam galat (GAE) dalam mg/kg ekstrak. Kurva kalibrasi dibuat dengan cara yang sama menggunakan asam galat sebagai standar.

Penentuan Kandungan Flavonoid total

Kandungan flavonoid total daging buah ditentukan berdasarkan metoda AlCl₃ (BPOM, 2011). Pertama dibuat larutan induk sebagai berikut: ekstrak yang setara dengan 200 mg simplisia ditambah 1 mL larutan HMT ditambah 20 mL aseton dan 2 mL HCl dihidrolisis secara refluks selama 30 menit. Campuran disaring dengan kapas dan filtrate ditampung dalam labu ukur 100 mL. Residu direfluks kembali dengan 20 mL aseton selama 30 menit, disaring dan filtrate dicampur ke dalam labu ukur 100 mL. Campuran filtrat ditambah aseton sampai 100 mL. Selanjutnya diambil 20 mL filtrat dimasukkan ke dalam corong pisah, ditambah 20 mL air dan diekstraksi 3x masing-masing dengan 15 mL etil asetat. Fraksi etil asetat dikumpulkan lalu ditambah etil asetat sampai 50 mL dalam labu takar. Tahap kedua pembuatan larutan blanko dengan cara mengambil 10 mL larutan induk lalu ditambah larutan asam asetat glasial sampai 25 mL dalam labu ukur. Tahap ketiga yaitu pembuatan larutan sampel dengan cara mencampur 10 mL larutan induk dengan 1 mL larutan AlCl₃ dan asam asetat glasial sampai 25 mL dalam labu ukur. Pengukuran dilakukan setelah 30 menit penambahan AlCl₃ menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) 425 nm dengan pembandingan kuersetin.

Penentuan Aktivitas Penangkal Radikal Bebas DPPH

Aktivitas antioksidan sampel diuji berdasarkan metoda DPPH (Salazar-Aranda *et al.*, 2011) Sampel berupa ekstrak dilarutkan dengan DMSO menjadi konsentrasi 20.000 mg/L (20 mg dalam 1 mL DMSO) lalu

dihomogenkan dengan vortex. Kemudian diencerkan menjadi tujuh variasi konsentrasi yaitu 312,5; 625; 1250; 2500; 5000; 10.000; 20.000 mg/L tujuannya untuk menentukan aktivitas antioksidan dengan membuat kurva IC_{50} . Selanjutnya masing-masing ekstrak sebanyak 100 μ L direaksikan dengan DPPH 125 μ M sebanyak 100 μ L dalam microplate. Kemudian diinkubasi di suhu ruang pada kondisi gelap selama 30 menit dan diukur serapannya dengan alat *Elisa microplate reader* (Biotek Instruments, Winooski USA) pada panjang gelombang 517 nm. Penentuan IC_{50} ditentukan dari persamaan regresi antara persentase aktivitas radikal bebas DPPH pada ekstrak dalam 7 konsentrasi tersebut. Asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif.

Analisis Data

Semua prosedur dilakukan tiga kali ulangan dan dianalisis secara statistik dengan analisis variansi univariat (ANOVA) untuk melihat perbedaan diantara variabel menggunakan perangkat lunak SPSS versi 16 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Beda nyata antar kultivar diuji menggunakan *Duncan Multi Range Test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

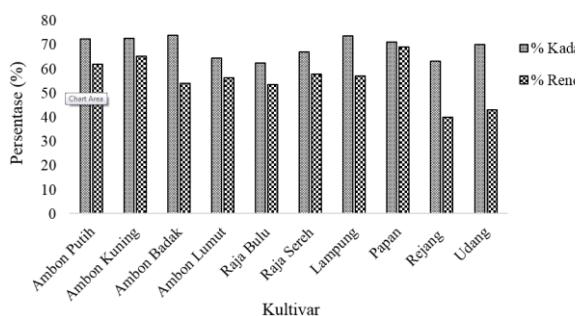
Kadar Air Sampel dan Rendemen Ekstrak

Kadar air sampel daging buah berkisar antara 62,37 sampai 73,84% (Gambar 1). Kultivar Ambon Badak menunjukkan kadar air paling tinggi sedangkan Raja Bulu paling rendah. Diantara subgrup Ambon, kultivar Ambon Lumut memiliki kadar air paling rendah yaitu 64,52%, sedangkan

Ambon Putih dan Ambon Kuning memiliki kadar air hampir sama yaitu berturut-turut 72,35 dan 72,56%. Pada grup AAB, kultivar Raja Sereh mengandung lebih banyak air yaitu 66,92% dari pada Raja Bulu yaitu 63,37%. Kelompok pisang triploid grup AAA lainnya yaitu Papan (subgrup *unknown*) dan Udang (subgrup Red) memiliki kadar air berturut-turut 71,06 dan 69,96%. Adapun kultivar pisang diploid grup AA yaitu Lampung dan Rejang berturut-turut 73,59 dan 63,05%.

Buah pisang merupakan salah satu dari sekian buah-buahan yang mengandung kadar air cukup tinggi yaitu sekitar 74% (Health Matters Program, 2011). Kadar air pada buah pisang meja pada tahap matang yaitu 81,68% lebih tinggi dari pisang olahan (Plantain/ABB) yaitu 67,45% (Obiageli *et al.*, 2016) dan pada Musa ABB yaitu 66,83% (Khawas *et al.*, 2014). Pada penelitian ini, kultivar pisang meja yang termasuk grup AAA kecuali Ambon Lumut memiliki kadar air diatas 70%. Hal ini sejalan dengan hasil Saputro & Sudarsono (2014), kadar air pada pisang Ambon (*Musa paradisiaca* L.) sebesar 77,93%. Kultivar grup AAB yaitu Raja Sereh dan Raja Bulu mengandung air lebih rendah yaitu sekitar 60%. Adapun kultivar grup pisang diploid (AA) Lampung memiliki kadar air diatas 70% dibandingkan Rejang diatas 60% (Gambar 1). Dengan demikian, daging buah pisang triploid kultivar yang mewarisi semua genom A dari lelelur *Musa acuminata* cenderung memiliki kadar air lebih tinggi daripada kultivar yang mewarisi campuran satu genom B dari leluhur *Musa balbisiana*. Oleh karena itu, cara mengkonsumsi pisang AAB selain dimakan langsung biasanya dapat pula diolah terlebih

dahulu dengan digoreng atau direbus seperti misalnya pisang Raja Bulu.



Gambar 1. Persentase kadar air dan rendemen ekstrak sepuluh kultivar daging buah pisang.

Rendemen hasil ekstraksi sampel berkisar antara 39,87 sampai 68,95% (Gambar 1). Kultivar Papan memperoleh ekstrak paling banyak sedangkan Rejang paling sedikit. Pada grup pisang triploid AAA, rendemen ekstrak paling tinggi yaitu kultivar Papan dan paling rendah kultivar Udang yaitu 43,01%. Sedangkan pada subgrup Ambon, kultivar Ambon Kuning memiliki rendemen terbanyak (65,13%) dan Ambon Badak paling sedikit (53,93%). Pada grup AAB, rendemen kultivar Raja Sereh lebih tinggi (57,86%) dari pada Raja Bulu (53,38%). Kultivar Lampung yang merupakan pisang diploid memiliki rendemen ekstrak lebih banyak (57,08%) dari kultivar Rejang (39,87%) yang sama-sama diploid.

Proses ekstraksi daging buah pisang bertujuan membuang sejumlah metabolit sekunder seperti misalnya lilin (wax), dan zat pengotor lainnya, sehingga diperoleh ekstrak dengan kandungan senyawa bioaktif yang tinggi (Bankova *et al.*, 2019). Metode ekstraksi yang digunakan yaitu maserasi dimana sampel direndam menggunakan pelarut dengan kepolaran tertentu pada kondisi dingin diskontinyu, untuk menarik

komponen yang diinginkan. Keuntungan metode ini yakni lebih praktis, pelarut yang digunakan lebih sedikit, dan tidak memerlukan pemanasan (Kristanti *et al.*, 2008). Pelarut yang digunakan yaitu etanol 96% karena menurut beberapa literatur pelarut ini menunjukkan persentase rendemen yang lebih tinggi dari pada air. Etanol merupakan pelarut universal yang dapat menarik hampir sebagian besar senyawa kimia di dalam herba (Runadi, 2007). Sedangkan air merupakan pelarut yang bersifat sangat polar, sehingga hanya komponen-komponen polar yang dapat terlarut (Fikri *et al.*, 2019) Hal ini diperkuat oleh beberapa hasil penelitian lainnya yang menunjukkan pelarut etanol menghasilkan rendemen yang tinggi (Pujirahayu *et al.*, 2014; Sun *et al.*, 2015). Jenis ekstrak yang diperoleh dari sampel daging buah pisang yaitu berupa ekstrak kental, yang mana sediaan ini bersifat liat dalam keadaan dingin, tidak dapat dituang dan mengandung air tidak lebih dari 30% (Voight, 1994). Daging buah pisang kultivar Papan memiliki persentase rendemen paling tinggi yang berarti mengandung komponen larut dalam etanol paling banyak dibandingkan kultivar lainnya.

Kandungan Polifenol total dan Flavonoid

Kandungan polifenol total dan flavonoid berperan penting dalam aktivitas antioksidan sebab bagian dari struktur kimianya mampu menangkal radikal bebas. Tinggi rendahnya kandungan polifenol dan flavonoid berkaitan langsung dengan aktivitas penangkal radikal bebas dalam ekstrak daging buah pisang. Penentuan kandungan polifenol dan flavonoid dilakukan untuk mengetahui potensi

penangkal radikal bebas dalam ekstrak sepuluh kultivar daging buah pisang meja. Pada penelitian ini polifenol total dalam ekstrak diukur menggunakan standar asam galat sedangkan flavonoid total menggunakan standar kuersetin dan dinyatakan dalam satuan mg/Kg ekstrak. Polifenol total dalam ekstrak ditentukan berdasarkan kemampuan senyawa fenolik dalam daging buah bereaksi dengan asam fosfomolibdat-fosfotungstat dalam reagen Folin-Ciocalteu yang berwarna kuning mengalami perubahan warna menjadi biru (Suryanto *et al.*, 2011). Kandungan polifenol dan flavonoid total dalam ekstrak daging buah sepuluh kultivar pisang meja dapat dilihat pada Tabel 2.

Kandungan polifenol total paling tinggi ditunjukkan oleh kultivar Rejang dari grup pisang diploid AA sebesar 3498,63 mg GAE /Kg dalam bentuk ekstrak, sedangkan paling rendah pada kultivar Papan dari grup triploid AAA sebesar 1057,61 mg GAE /Kg (Tabel 2). Dari pisang grup AAA paling tinggi

dimiliki oleh kultivar Ambon Badak disusul kultivar Udang. Raja Bulu sebagai wakil dari grup AAB memiliki kandungan lebih tinggi dibanding Raja Sereh. Uji statistik univariat ($p < 0,05$) menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata nilai kandungan polifenol total antar kultivar. Berdasarkan uji lanjut DMRT hampir semua kultivar berbeda nyata kecuali Ambon Lumut tidak berbeda nyata dengan Raja Sereh dan Lampung. Data kandungan flavonoid total pun cukup bervariasi yaitu berkisar antara 1068,21 sampai 2756,07 mg QE/Kg. Nilai tertinggi ditunjukkan oleh kultivar Ambon Lumut sedangkan terendah kultivar Lampung. Proporsi jumlah flavonoid terhadap polifenol total sangat bervariasi berkisar antara 34,5 sampai 163,2%. Perbedaan nyata terlihat pada kandungan flavonoid total sebagian kultivar yaitu Ambon Putih, Ambon Badak, Ambon Lumut, Raja Bulu, dan Raja Sereh sedangkan kultivar lainnya tidak berbeda nyata.

Tabel 2. Kandungan polifenol total, flavonoid total dan nilai IC₅₀ daging buah dari sepuluh kultivar pisang dalam bentuk ekstrak

Kultivar	Polifenol Total mg GAE/kg	Flavonoid Total mg QE/kg	Proporsi Flavonoid/ Polifenol Total (%)	IC ₅₀ (mg/L)
Ambon Putih	1322,56 ^a	1517,35 ^a	114,7	7762,47 ^a
Ambon Kuning	1626,84 ^b	1100,43 ^b	67,6	5997,85 ^b
Ambon Badak	2331,11 ^c	2127,62 ^c	91,3	3438,24 ^c
Ambon Lumut	1688,38 ^{dfg}	2756,07^d	163,2	4698,12 ^d
Raja Bulu	1886,67 ^e	2003,72 ^e	106,2	4938,07 ^e
Raja Sereh	1680,68 ^{df}	1516,69 ^f	90,2	4547,82 ^f
Lampung	1698,63 ^{dg}	1068,21 ^b	62,9	8013,97 ^g
Papan	1057,61 ^h	1120,60 ^b	106,0	14282,84 ^h
Rejang	3498,63ⁱ	1207,70 ^b	34,5	3047,42ⁱ
Udang	2282,39 ^j	1125,31 ^b	49,3	9417,98 ^j

Data dinyatakan dalam rata-rata \pm SD dari 3 ulangan. Data dengan *superscript* huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata ($p < 0,05$).

Kultivar Rejang menunjukkan kadar polifenol total paling tinggi (3498,63 mg GAE/Kg) namun kadar flavonoid total sekitar 34,5% dari polifenol total yaitu (1207,70 mg QE/Kg). Hal ini mengindikasikan adanya kandungan senyawa dari kelompok fenolik lainnya selain flavonoid yang proporsinya lebih besar. Kelompok fenolik lainnya dapat berupa fenol sederhana, antrokuinon, asam fenolik, kumarin, lignin, dan tannin (Harbone, 1987).

Sebagai perbandingan, flavonoid total pada daging buah Cavendish matang yaitu 1964,5 mg CE/Kg ekstrak kering (Fatemeh *et al.*, 2012). Flavonoid adalah salah satu golongan senyawa yang mendominasi polifenol (Passo Tsamo *et al.*, 2015; Vijayakumar *et al.*, 2008). Proporsi jumlah flavonoid terhadap polifenol total pada penelitian ini sangat bervariasi berkisar antara 34,5 sampai 163,2%. Dong *et al.* (2016) menemukan *cyanidin-3-O-glucoside chloride*, dan *quercetin* merupakan senyawa yang mendominasi flavonoid pada buah pisang "Xiangfen 1" dan berkorelasi dengan tingginya aktivitas antioksidan pisang tersebut. Pada umumnya kadar flavonoid pada sampel tanaman lebih rendah dari polifenol total. Namun tidak demikian halnya pada beberapa kultivar penelitian ini yaitu Ambon Putih, Ambon Lumut, Raja Bulu, dan Papan. Empat kultivar tersebut menunjukkan kadar flavonoid lebih tinggi dari polifenol total. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Ravipati *et al.* (2012) dimana sebagian besar kadar flavonoid dari 44 ekstrak tanaman obat Cina jauh lebih besar dari polifenol total.

Kandungan polifenol total dan flavonoid pada ekstrak etanol daging buah mentah pisang olahan yaitu pisang Goroho sudah dilaporkan yaitu berturut-turut 152,14 mg GAE/Kg dan 4,75 mg QE/Kg (Suryanto *et al.*, 2011). Sedangkan data mengenai kandungan polifenol total pada daging buah matang pisang Indonesia khususnya pisang meja belum pernah dilaporkan. Pada penelitian ini kandungan polifenol total daging buah sepuluh kultivar pisang meja kurang lebih 10 kali jauh lebih besar dari pisang Goroho. Demikian pula, kadar polifenol totalnya lebih besar dari buah pisang varietas Shail yaitu 80,14 mg GAE/100 g ekstrak menggunakan pelarut metanol (Sad *et al.*, 2018). Namun berbeda dengan tiga kultivar pisang Malaysia yaitu Berangan, Mas, dan Raja yang memiliki kadar polifenol lebih tinggi dari hasil penelitian ini yaitu 375,1; 586,4; dan 685,6 mg GAE/100 g (Shian *et al.*, 2012) Selanjutnya (Adedayo *et al.*, 2016) dari Nigeria melaporkan kadar polifenol total *Musa acuminata* (Red Dacca) sebesar 1,07 mg GAE/g, *Musa acuminata* (Cavendish) sebesar 0,94 mg GAE/g, dan *Musa sapientum* (Latundan) sebesar 0,96 mg GAE/g berat kering sampel daging buah. Sementara itu *Musa acuminata* (Cavendish) dari Malaysia memiliki polifenol total tidak berbeda jauh pada hasil penelitian ini, yaitu sebesar 230,21 mg GAE/100 g (Fatemeh *et al.*, 2012). Keberadaan polifenol & flavonoid pada 10 kultivar buah pisang tersebut sudah dikonfirmasi oleh (Ningsih *et al.*, (2021) melalui studi *metabolite profiling* menggunakan UHPLC-Q-Orbitrap HRMS.

Polifenol atau komponen fenolik merupakan produk metabolit sekunder tanaman yang memiliki berbagai macam struktur dan fungsi yang berbeda. Secara umum strukturnya terdiri dari cincin aromatik yang mengikat satu atau lebih gugus hidoksil termasuk turunan fungsionalnya. Antioksidan fenolik berdasarkan sumbernya terdiri dari dua kelompok yaitu sintetik dan alami (Makahleh *et al.*, 2015). Senyawa antioksidan fenolik alami yaitu flavonoid, asam fenolat, lignan, terpen, tokoferol, fosfolipid, dan asam organik polifungsional. Senyawa-senyawa tersebut berada pada seluruh bagian tanaman seperti buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, biji-bijian, daun, tepung, akar, dan kulit pohon.

Uji Aktivitas Antioksidan (IC₅₀)

Aktivitas penangkal radikal bebas ekstrak diuji menggunakan metode radikal DPPH. Senyawa radikal DPPH digunakan sebagai substrat untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan yang terkandung dalam ekstrak. Radikal DPPH merupakan radikal bebas stabil yang dapat menerima satu elektron atau hidrogen sehingga menjadi suatu molekul yang stabil (Matthäus, 2002). Pengukuran aktivitas dilakukan menggunakan *Elisa Microplate Reader* terhadap campuran larutan DPPH dan ekstrak sampel. Perubahan absorbansi pada panjang gelombang 517 nm menunjukkan adanya aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH oleh senyawa antioksidan dalam ekstrak. Aktivitas antioksidan dalam ekstrak dinyatakan dalam persen penghambatannya terhadap radikal DPPH. Persentase penghambatan diperoleh dari perbedaan serapan antara absorbansi DPPH dengan

absorbansi sampel. Selanjutnya persamaan regresi yang diperoleh dari grafik hubungan antara konsentrasi ekstrak daging buah pisang dengan persentase penghambatan DPPH digunakan untuk mencari nilai IC₅₀. Besarnya aktivitas antioksidan dinyatakan dalam nilai IC₅₀, yaitu konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH (Andayani *et al.*, 2008).

Nilai IC₅₀ sampel daging buah pisang dalam bentuk ekstrak berkisar antara 3047,42 mg/L (mg/L) sampai 14282,84 mg/L. Ini menunjukkan bahwa kultivar Rejang memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi sedangkan Papan paling rendah (Tabel 2). Pada kultivar subgrup Ambon (AAA), aktivitas antioksidan paling tinggi dimiliki Ambon Badak (3438,24 mg/L) dan paling rendah Ambon Putih (7762,47 mg/L). Adapun subgrup Raja (AAB), kultivar Raja Sereh (4547,82 mg/L) lebih tinggi aktivitas antioksidannya atau lebih rendah nilai IC₅₀ dibanding Raja Bulu (4938,07). Sedangkan pada grup pisang diploid (AA) kultivar Rejang (3047,42 mg/L) memiliki nilai IC₅₀ lebih rendah yang bermakna aktivitas antioksidannya lebih tinggi dari kultivar Lampung (8013,97 mg/L). Berdasarkan analisis variansi univariat ($p < 0,05$) terdapat perbedaan aktivitas antioksidan yang sangat nyata diantara semua kultivar yang diuji dan nilai IC₅₀ diantara semua kultivar berbeda nyata satu sama lainnya. Dari nilai IC₅₀ menunjukkan bahwa ekstrak daging buah pisang memiliki aktivitas antioksidan sangat lemah sebab suatu zat dikatakan aktif antioksidan jika memiliki nilai IC₅₀ maksimal 200 mg/L (Prayitno *et al.*,

2016). Selanjutnya menurut Bois (1958) batasan konsentrasi IC_{50} untuk kategori antioksidan lemah yaitu 151-200 mg/L. Menurut Nurfadilah (2020) ekstrak daging buah pisang tongkat langit memiliki nilai IC_{50} sebesar 97,14 mg/L yang berarti termasuk kategori aktivitas antioksidan kuat, namun berbeda dengan hasil Pratiwi & Krisbianto (2019) yang menyatakan aktivitas antioksidan tepung buah pisang tongkat langit termasuk kategori sedang.

Antioksidan yang paling melimpah dalam buah-buahan diantaranya yaitu polifenol, vitamin A, B, C, dan E, sedangkan karotenoid berada dalam jumlah yang lebih sedikit pada beberapa buah-buahan. Polifenol berupa flavonoid berada secara umum dalam bentuk ester dan glikosida. Pada buah-buahan tropis seperti jambu, pepaya, dan belimbing memiliki potensi antioksidan lebih tinggi dibanding jeruk berdasarkan pengujian DPPH *radical scavenging* dan reduksi besi (III). Pisang, belimbing, apel, langsung, pepaya merupakan antioksidan primer yang lemah dibandingkan jeruk namun memiliki potensi antioksidan sekunder yang sangat tinggi berdasarkan hasil pengujian pengkelatan besi (II) (Lim *et al.*, 2007).

Kultivar Buah Pisang Rekomendasi

Pisang Rejang merupakan kultivar rekomendasi yang memiliki kadar polifenol total dan aktivitas antioksidan paling tinggi. Kadar polifenol total sebesar 3498,63 mg GAE/Kg dan aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar 3047,98 mg/L. Pisang yang termasuk kelompok diploid (AA) ini memiliki rasa dominan manis gula (*sugary*) namun ukuran buah yang relatif

lebih kecil dari pisang triploid. Hal tersebut menjadi tantangan bagi peneliti di bidang pemuliaan untuk mengembangkan pisang Rejang menjadi lebih *vigour* dan tinggi produktifitasnya. Upaya persilangan pisang Rejang mixoploid dengan diploid untuk menghasilkan pisang Rejang triploid telah berhasil dilakukan. Pisang Rejang hybrid triploid tersebut memiliki buah lebih panjang, bobot tandan, dan buah lebih tinggi dari kedua tetuanya (Poerba *et al.*, 2016). Harapannya adalah peningkatan ukuran dan bobot diikuti dengan peningkatan kandungan gizi dan senyawa bioaktifnya. Namun, hal tersebut memerlukan pengujian lebih lanjut.

Pisang Ambon Lumut merupakan kultivar rekomendasi berikutnya yang memiliki kadar flavonoid tinggi sebesar 2756,07 mg QE/Kg. Pisang Ambon Lumut memiliki ukuran buah paling kecil dibandingkan pisang kelompok Ambon lainnya. Selain itu memiliki rasa dominan manis seperti gula dan beraroma serta warna kulit buah saat matang hijau kekuningan berbintik coklat atau hitam. Pisang ini sangat populer dan sudah lama digunakan sebagai makanan bayi, saat ini tepung buahnya sudah banyak digunakan sebagai bahan baku industri makanan *instant* untuk bayi (Soejoethi, 2020).

KESIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini adalah 1) kadar air paling tinggi dimiliki oleh kultivar Ambon Badak (AAA) yaitu 73,84 % dan rendemen ekstrak tertinggi dimiliki kultivar Papan (AAA) yaitu 68,95%, 2) kadar polifenol total paling tinggi ditunjukkan oleh kultivar Rejang (AA) yaitu 3498,63 mg GAE/Kg ekstrak

dan kadar flavonoid total tertinggi terdapat pada Ambon Lumut yaitu 2756,07 mg QE/Kg ekstrak, 3) aktivitas antioksidan paling tinggi dimiliki oleh kultivar Rejang dengan nilai IC₅₀ sebesar 3047,42 mg/L, 4) kultivar yang direkomendasikan karena memiliki antioksidan relatif tinggi yaitu Rejang dan Ambon Lumut.

Hal-hal yang disarankan untuk diteliti lebih lanjut adalah pengujian aktivitas biologis lainnya seperti antikanker, anti-inflamasi, anti-mikroba, anti-jamur, anti-diabetes, anti-ulcer, dan lain-lain. Melakukan pengujian terhadap plasma nutfah buah pisang lainnya untuk mencari kultivar novel dengan kandungan senyawa antioksidan yang signifikan jumlahnya. Mengingat buah pisang sebagai sumber antioksidan yang baik untuk kesehatan maka selain mengkonsumsi secara rutin disarankan untuk lebih banyak mengkonsumsi buah pisang meja dari berbagai kultivar sebagai nutrisi harian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedayo, B. C., Oboh, G., Oyeleye, S. I., & Olasehinde, T. A. (2016). Antioxidant and Antihyperglycemic Properties of Three Banana Cultivars (*Musa* spp.). *Scientifica*, 2016, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2016/83913> 98
- Amarowicz, R., Cwalina-Ambroziak, B., Janiak, M. A., & Bogucka, B. (2020). Effect of N Fertilization on the Content of Phenolic Compounds in Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers and Their Antioxidant Capacity. *Agronomy*, 10(8), 1215. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081215>
- Andarwulan, N., Wijaya, C. H., & Cahyono, D. T. (1996). Aktivitas antioksidan dari daun sirih (*Piper betle* L.). *Teknologi Dan Industri Pangan*, 7(1), 29–30.
- Andayani, R., Maimunah, & Lisawati, Y. (2008). Penentuan aktivitas antioksidan, kadar fenolat total, dan likopen pada buah tomat (*Solanum lycopersium* L.). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 13(1).
- Anyasi, T. A., Jideani, A. I. O., & Mchau, G. A. (2015). Morphological, physicochemical, and antioxidant profile of noncommercial banana cultivars. *Food Science & Nutrition*, 3(3), 221–232. <https://doi.org/10.1002/fsn3.208>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2011). *Monografi Ekstrak Tumbuhan Obat Indonesia Volume 1*. BPOM.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Produksi tanaman buah-buahan 2020*.
- Bankova, V., Bertelli, D., Borba, R., Conti, B. J., da Silva Cunha, I. B., Danert, C., Eberlin, M. N., I Falcão, S., Isla, M. I., Moreno, M. I. N., Papotti, G., Popova, M., Santiago, K. B., Salas, A., Sawaya, A. C. H. F., Schwab, N. V., Sforcin, J. M., Simone-Finstrom, M., Spivak, M., ... Zampini, C. (2019). Standard methods for *Apis mellifera* propolis research. *Journal of Apicultural Research*, 58(2), 1–49. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1222661>
- BLOIS, M. S. (1958). Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, 181(4617), 1199–1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>

- Borges, C. V., Amorim, V. B. de O., Ramlov, F., Ledo, C. A. da S., Donato, M., Maraschin, M., & Amorim, E. P. (2014). Characterisation of metabolic profile of banana genotypes, aiming at biofortified *Musa* spp. cultivars. *Food Chemistry*, *145*, 496–504. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.041>
- Dong, C., Hu, H., Hu, Y., & Xie, J. (2016). Metabolism of Flavonoids in Novel Banana Germplasm during Fruit Development. *Frontiers in Plant Science*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01291>
- Drapal, M., Amah, D., Schöny, H., Brown, A., Swennen, R., & Fraser, P. D. (2020). Assessment of metabolic variability and diversity present in leaf, peel and pulp tissue of diploid and triploid *Musa* spp. *Phytochemistry*, *176*, 112388. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2020.112388>
- Ekesa, B., Nabuuma, D., Blomme, G., & van den Bergh, I. (2015). Provitamin A carotenoid content of unripe and ripe banana cultivars for potential adoption in eastern Africa. *Journal of Food Composition and Analysis*, *43*, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.04.003>
- Fatemeh, S. R., Ramli, S., Alkarkhi, A. F., & Easa, A. M. (2012). Total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: influence of variety and stage of ripeness. *International Food Research Journal*, *19*(3), 1041–1046.
- Feskanich, D. (2000). Prospective Study of Fruit and Vegetable Consumption and Risk of Lung Cancer Among Men and Women. *Journal of the National Cancer Institute*, *92*(22), 1812–1823. <https://doi.org/10.1093/jnci/92.22.1812>
- Fikri, A., Nurmalina, R., Najib, M., & Simanjuntak, M. (2019). The Effect of Reputation on Online Repurchase Intention of Fruits/Vegetables in Indonesia With Emotional and Perceived Risk as Antecedent: Based on The Stimulus-Organism-Response Model. *Jurnal Manajemen Dan Agribisnis*. <https://doi.org/10.17358/jma.16.2.11>
- Gibert, O., Dufour, D., Giraldo, A., Sánchez, T., Reynes, M., Pain, J.-P., González, A., Fernández, A., & Díaz, A. (2009). Differentiation between Cooking Bananas and Dessert Bananas. 1. Morphological and Compositional Characterization of Cultivated Colombian Musaceae (*Musa* sp.) in Relation to Consumer Preferences. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(17), 7857–7869. <https://doi.org/10.1021/jf901788x>
- Halliwel, B. (1996). Antioxidants in Human Health and Disease. *Annual Review of Nutrition*, *16*(1), 33–50. <https://doi.org/10.1146/annurev.nu.16.070196.000341>
- Harbone, J. (1987). *Metode Fitokimia Terbitan Kedua*. ITB Pr.
- Health Matters Program. (2011). *Waters amounts in fruits and vegetables*.
- Kanazawa, K., & Sakakibara, H. (2000). High Content of Dopamine, a Strong Antioxidant, in Cavendish

- Banana. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(3), 844–848. <https://doi.org/10.1021/jf9909860>
- Karamura, D., & Mgenzi, B. (2004). On farm conservation of <i>Musa</i> diversity in the great lakes region of East Africa. *African Crop Science Journal*, 12(1). <https://doi.org/10.4314/acsj.v12i1.27665>
- Kemenkes RI. (2014). *Farmakope Indonesia Edisi V*. Kemenkes RI.
- Khawas, P., J. Das, A., Sit, N., S. Badwaik, L., & C. Deka, S. (2014). Nutritional Composition of Culinary Musa ABB at Different Stages of Development. *American Journal of Food Science and Technology*, 2(3), 80–87. <https://doi.org/10.12691/ajfst-2-3-1>
- Kristanti, A., Aminah, N., & Tanjung, M. (2008). *Buku Ajar Fitokimia*. Airlangga University Pr.
- Lim, Y. Y., Lim, T. T., & Tee, J. J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry*, 103(3), 1003–1008. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.038>
- Makahleh, A., Saad, B., & Bari, M. (2015). Synthetic phenolics as antioxidants for food preservation. In F. Shahidi (Ed.), *Handbook of Antioxidants for Food Preservation* (pp. 51–78). Woodhead Publishing Ltd.
- Mariyam, N. (2012). *Penentuan daya antioksidan pada berbagai jenis pisang dengan metode DPPH (1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil)*. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Jati.
- Matthäus, B. (2002). Antioxidant Activity of Extracts Obtained from Residues of Different Oilseeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(12), 3444–3452. <https://doi.org/10.1021/jf011440s>
- Megan, D. (2018). *Oxidative stress: definition, effects on the body, and prevention*.
- Musa Germplasm Information System. (2020). *Accessions Collection of International Centre for Horticultural Research and Development (ICHORD)*.
- Ningsih, R., Rafi, M., Tjahjoleksono, A., Bintang, M., & Megia, R. (2021). Ripe pulp metabolite profiling of Indonesian dessert banana cultivars using UHPLC-Q-Orbitrap HRMS. *European Food Research and Technology*, 247, 2821–2830.
- Nurfadilah, R. (2020). *Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daging dan kulit buah pisang Tongkat Langit (Musa troglodytarum L.) dengan menggunakan metode DPPH (1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil)*. STIKes Bakti Tunas Husada.
- Obiageli, O. A., Ukamaka, O. G., Pauline, I. A., & Helen, N. O. (2016). Glycoside, moisture, and dry matter compositions of fruits of three Musa species at three stages of development. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Science*, 11(3), 60–67.
- Passo Tsamo, C. V., Herent, M.-F., Tomekpe, K., Happi Emaga, T., Quetin-Leclercq, J., Rogez, H., Larondelle, Y., & Andre, C. (2015). Phenolic profiling in the pulp and peel of nine plantain cultivars (*Musa* sp.). *Food Chemistry*, 167, 197–204.

- <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.095>
- Phaniendra, A., Jestadi, D. B., & Periyasamy, L. (2015). Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 30(1), 11–26. <https://doi.org/10.1007/s12291-014-0446-0>
- Poerba, Y. S., Witjaksono, & Handayani, T. (2016). Pembentukan dan penampilan pisang Rejang hibrid triploid hasil persilangan pisang Rejang mixoploid dengan pisang Rejang diploid. *Jurnal Biologi Indonesia*, 12(1), 19–30.
- Pratiwi, I. Y., & Krisbianto, O. (2019). Kandungan Gizi, Beta Karoten dan Antioksidan pada Tepung Pisang Tongka Langit (*Musa troglodytarum* L.). *AgriTECH*, 39(1), 48. <https://doi.org/10.22146/agritech.32335>
- Prayitno, B., Rosyidah, K., & Astuti, M. D. (2016). Uji antioksidan senyawa terpenoid dari fraksi m-17 ekstrak metilena klorida kulit batang tumbuhan Kasturi (*Mangifera casturi*). *Jurnal Pharmascience*, 3(1), 32–36.
- Pujirahayu, N., Ritonga, H., & Uslinawaty, Z. (2014). Properties and flavonoids content in propolis of some extraction method of raw propolis. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(6), 338–340.
- Qusti, S. Y., Abo-khatwa, A. N., & Lahwa, M. A. bin. (2010). Free radical scavenger enzymes of fruit plant species cited in Holy Quran. *World Applied Sciences Journal*, 9(3), 338–344.
- Rani, V., & Ydav, U. (2015). *Free Radicals in Human Health and Disease* (V. Rani & U. C. S. Yadav, Eds.). Springer India. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2035-0>
- Ravipati, A. S., Zhang, L., Koyyalamudi, S. R., Jeong, S. C., Reddy, N., Bartlett, J., Smith, P. T., Shanmugam, K., Münch, G., Wu, M. J., Satyanarayanan, M., & Vysetti, B. (2012). Antioxidant and anti-inflammatory activities of selected Chinese medicinal plants and their relation with antioxidant content. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(1), 173. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-173>
- Runadi. (2007). *Isolasi dan identifikasi alkaloid dari herba komfrey (Symphytum officinale L.)*. Universitas Padjajaran Bandung.
- Sad, A., Hoque, M., & Zzaman, W. (2018). Physicochemical and antioxidant properties of banana varieties and sensorial evaluation of jelly prepared from those varieties available in Sylhet region. *International Journal of Food Studies*, 7(2), 89–97. <https://doi.org/10.7455/ijfs/7.2.2018.a8>
- Salazar-Aranda, R., Pérez-López, L. A., López-Arroyo, J., Alanís-Garza, B. A., & Waksman de Torres, N. (2011). Antimicrobial and Antioxidant Activities of Plants from Northeast of Mexico. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011, 1–6. <https://doi.org/10.1093/ecam/nep127>
- Saputro, A. H., & Sudarsono. (2014). Potensi penangkapan radikal 2,2-

- difenil-1-pikril hidrazil (DPPH) oleh buah pisang Susu (*Musa paradisiaca* L. "Susu") dan pisang Ambon (*Musa paradisiaca* L. "Ambon"). *Traditional Medicine Journal*, 19(1), 7–13.
- Shian, T. E., Abdullah, A., Musa, K. H., Maskat, M. Y., & Ghani, M. A. (2012). Antioxidant properties of three banana cultivars (*Musa acuminata* 'Berangan', 'Mas', 'Raja') extracts. *Sains Malaysiana*, 41(3), 319–324.
- Soejoethi, I. (2020). *Dimanfaatkan untuk industri bubuk bayi, begini cara pembuatan tepung pisang*.
- Statistik Pertanian. (2018). *Publikasi Pertanian*.
- Sun, C., Wu, Z., Wang, Z., & Zhang, H. (2015). Effect of Ethanol/Water Solvents on Phenolic Profiles and Antioxidant Properties of Beijing Propolis Extracts. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2015/595393>
- Suryanto, E., Momuat, L. I., Taroreh, M., & Wehantow, F. (2011). Potensi Senyawa Polifenol Antioksidan dari Pisang Goroho (*Musa sapiens* sp.). *Agritech*, 31(4), 289–296.
- Vijayakumar, S., Presannakumar, G., & Vijayalakshmi, N. R. (2008). Antioxidant activity of banana flavonoids. *Fitoterapia*, 79(4), 279–282. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2008.01.007>
- Voight, R. (1994). *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi V*. Universitas Gajah Mada Pr.
- Widayati, E. (2012). Oksidasi biologi, radikal bebas dan antioksidan. *Majalah Ilmiah Sultan Agung*.

