

## Potensi Limbah Pertanian Indonesia sebagai Agen Antidiabetes: Studi Kasus Rambut Jagung dan Kulit Jeruk

Wenny Irawaty<sup>1\*</sup>, Aning Ayucitra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya  
Jl. Kalijudan No. 37, Surabaya60114, Tel. (031) 3891264, Fax. (031) 3891267  
email: wenny\_i\_s@ukwms.ac.id

### ABSTRAK

Selama ini limbah produk pertanian seperti rambut jagung dan kulit jeruk purut belum dimanfaatkan secara maksimal. Mengingat bahwa setiap bagian tanaman mempunyai kandungan fenolik tertentu sebagai hasil dari metabolisme sekundernya, maka ada kemungkinan bahwa kedua limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber antioksidan alami. Oleh karena itu pada studi ini dipelajari bagaimana kandungan fenolik dalam rambut jagung dan kulit jeruk serta bagaimana kemampuan ekstrak kedua bahan tersebut dalam mengurangi tingkat konversi pati menjadi gula pada uji antidiabetes. Prosedur penelitian meliputi persiapan bahan baku, ekstraksi, uji aktivitas bahan dan pemuatan ekstrak ke dalam pori nanomaterial untuk pengembangan ekstrak sebagai . Dari hasil studi terlihat bahwa rambut jagung dan kulit jeruk mempunyai kandungan total fenolik total yang berbeda-beda. Secara spesifik untuk rambut jagung, terlihat bahwa varietas jagung memberikan kontribusi yang besar terhadap kandungan total fenoliknya. Rambut jagung dari varietas P11 mempunyai kandungan fenolik terbesar yaitu mencapai 1.58 mg GAE/g. Oleh karena itu bahan ini mempunyai aktivitas antioksidan terhadap radikal bebas DPPH tertinggi, namun mempunyai aktivitas antidiabetes yang relatif rendah. Untuk kulit jeruk, hasil studi menunjukkan bahwa kulit jeruk lemon, nipis dan purut mempunyai kandungan total fenolik yang berbeda-beda namun kulit jeruk purut mengandung fenolik yang tertinggi yaitu 23.36 mg GAE/g, sedangkan kulit lemon dan nipis masing-masing 7.94 dan 9.71 mg GAE/g. Kajian lebih dalam terhadap buah jeruk purut yaitu terhadap kulit, daun dan sari buah jeruk purut menunjukkan bahwa bagian kulit mengandung total fenolik tertinggi dibandingkan dengan bagian buah lainnya. Penggunaan pelarut yang berbeda saat uji antidiabetes ekstrak kulit jeruk purut menunjukkan bahwa aktivitas antidiabetes ekstrak kulit jeruk purut dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan. Loading ekstrak kulit jeruk purut ke dalam pori nanomaterial telah berhasil dilakukan dan hal ini menjanjikan aplikasi di masa mendatang sebagai penghantar obat. Namun hal ini masih memerlukan kajian lainnya untuk dapat memaksimalkan keefektifan terapi diabetes menggunakan produk-produk alam.

**Kata kunci:** antioksidan, antidiabetes, fenolik, rambut jagung, jeruk purut

### ABSTRACT

*Agricultural by-products such as corn silk and kaffir limepeels have not been utilized well. Since every part of a plant contains phenolics compounds as a result of their secondary metabolism, it is possible that these two wastes can be used as a source of natural antioxidants. Therefore in this study, we investigated the phenolic content in corn silk and citrus peel and assess the ability of the extracts to reduce the conversion of starch to sugar in antidiabetic assessment. Research procedures include raw material preparation, extraction, activity assessment and loading the extract into the nanomaterial pores. The results showed that corn silk and kaffir lime peels have different total phenolic contents. Specifically for corn silk, it can be seen clearly that the plant variety contribute to the amount of total phenolic content. Corn silk from P11 variety has the largest phenolic content up to 1.58 mg GAE/g. Therefore this material exhibited the highest antioxidant activity against DPPH free radicals, but it has a relatively low for antidiabetic activity. For citrus, this study showed that peels of lemon, lime and kaffir lime exhibited different content of phenolics with kaffir lime peels extract had the highest phenolics, up to 23.36 mg GAE/g, while the extract of lemon and lime peels were 7.94 and 9.71 mg GAE/g, respectively. In addition, extract of kaffir lime peels has the highest phenolics content compared to other parts such as leaves and juice. The use of different solvents provides different antidiabetic activity. The loading of kaffir lime peels extract into nanomaterial pores was successful, promising future application in the field of drug delivery. However, other studies are still required to improve the effectiveness of diabetes therapy using natural products.*

**Keywords:** antioxidant, antidiabetes, phenolics, corn silk, kaffir lime

## Pendahuluan

Dalam beberapa dekade, terjadi peningkatan kegiatan eksplorasi antioksidan alami untuk digunakan sebagai suplemen kesehatan manusia [1-3]. Hal ini disebabkan senyawa fenolik yang terdapat pada tanaman dilaporkan mempunyai kemampuan sebagai agen pereduksi, donor hidrogen dan penetral oksigen singlet terhadap senyawa radikal bebas [4-5]. Oleh karena itu, beberapa studi menunjukkan bahwa ekstrak tanaman diklaim mempunyai kemampuan untuk mengobati atau mengurangi gejala berbagai macam penyakit seperti saraf [6], diabetes [3], liver [7], dll. Pada studi ini dipilih rambut jagung dan kulit jeruk sebagai target bahan yang dikaji. Hal ini disebabkan karena keberadaan kedua bahan tersebut kurang maksimal pemanfaatannya. Selama ini rambut jagung hanya dibuang, sedangkan untuk buah jeruk purut, selama ini yang dimanfaatkan hanyalah sari buahnya. Tentu saja hal ini meninggalkan peluang bagaimana kulit buah limbah tersebut dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin sehingga nilai ekonomisnya dapat meningkat.

Rambut jagung telah digunakan secara luas dalam pengobatan tradisional Tiongkok untuk berbagai penyakit diuresis [8], diabetes [9], anti depresi [10], anti kelelahan [11], anti inflamasi [12], dll. Aktivitas antioksidan yang tinggi dari rambut jagung ini diklaim karena keberadaan senyawa polifenol, flavon glikosida [13], polisakarida [14]. Terdapat berbagai varietas jagung yang tersedia di pasar dan dikonsumsi oleh masyarakat. Setiap tanaman mempunyai metabolisme pertumbuhan yang berbeda-beda sehingga masing-masing mempunyai kandungan antioksidan yang spesifik pula. Oleh karena itu, sangat perlu untuk mengkaji pengaruh varietas jagung terhadap kemampuan ekstrak tanaman tersebut dalam fungsinya sebagai antioksidan alami. Sedangkan untuk kulit jeruk purut, dilaporkan bahwa keberadaan senyawa-senyawa bioaktif kulit jeruk purut memberikan efek positif bagi kesehatan. Contoh, keberadaan naringin dilaporkan dapat meningkatkan sinyal dan tingkat kepekaan sekelompok tikus percobaan terhadap keberadaan hormon insulin [15]. Akibatnya, reaksi oksidasi asam lemak dan glukoneogenesis hepatik meningkat dan kadar glukosa darah menurun. Hasil temuan yang sama juga dilaporkan oleh Pari dan Suman [16]. Selain itu, keberadaan naringin juga dapat mengurangi ketidakstabilan kromosom pada penderita diabetes [17]. Senyawa lainnya yaitu hesperidin dilaporkan memiliki kemampuan anti-diabetes dengan cara menghambat kinerja enzim  $\alpha$ -amilase dan  $\alpha$ -glukosidase dalam saluran usus sekelompok tikus percobaan [18]. Oleh karena itu kulit jeruk mempunyai potensi besar untuk dikembangkan sebagai agen anti-diabetes alami. Terlebih lagi, senyawa-senyawa dalam tersebut dapat mengembalikan kinerja organ tubuh yang berkurang atau mengalami perubahan fungsi organ [7], termasuk kelainan jantung sebagai efek samping diabetes juga telah dilaporkan [19].

Pengaruh varietas tanaman terhadap keberadaan senyawa fenolik telah dipelajari oleh Sarepoua [2] dan hasilnya menunjukkan bahwa varietas tanaman memberikan pengaruh terhadap metabolisme sekunder tanaman sehingga mempengaruhi jumlah senyawa fenolik yang terdapat di dalam tanaman tersebut. Namun proses ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut metanol, sedangkan metanol termasuk salah satu pelarut yang beracun dan berbahaya. Untuk itu, pada studi ini digunakan pelarut yang lebih aman untuk proses ekstraksinya yaitu etanol. Selain itu, keberadaan senyawa-senyawa fenolik ini dipengaruhi juga oleh beberapa faktor seperti kondisi lingkungan dan musim saat tanaman tersebut tumbuh [20-21]. Penelitian terhadap pengaruh varietas tanaman, dalam hal ini rambut jagung Indonesia, terhadap keberadaan senyawa fenolik belum dilaporkan di literatur. Oleh karena itu, melalui studi ini diharapkan dapat ditemukan suatu temuan baru yang menunjukkan berapa banyak senyawa fenolik rambut jagung lokal sesuai dengan varietasnya masing-masing sehingga dapat lebih spesifik tentang aplikasinya mendatang. Sama seperti rambut jagung, ekstraksi fenolik dari tanaman jeruk purut lokal Indonesia, terutama Jawa Timur, secara terintegrasi mulai dari kulit buah, sari buah dan daun belum dilaporkan. Pengumpulan bahan baku rambut jagung tidak menjadi masalah yang serius karena jumlah jagung yang dikonsumsi oleh masyarakat cukup tinggi, sedangkan keberadaan buah jeruk purut juga sudah mulai tinggi di pasaran karena tingginya permintaan masyarakat.

Oleh karena itu, rumusan permasalahan pada studi ini adalah bagaimana kandungan senyawa fenolik yang terdapat di dalam rambut jagung dan kulit jeruk (lemon, nipis dan purut) serta bagaimana tingkat aktivitas antioksidannya. Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan studi ini adalah untuk (1) mempelajari pengaruh varietas jagung terhadap kandungan total fenolik dan aktivitas antioksidan serta aktivitas antidiabetesnya, (2) mempelajari pengaruh jenis jeruk (lemon, nipis dan purut) terhadap kandungan total fenolik dalam kulit buah, (3) mempelajari tingkat aktivitas ekstrak rambut jagung dan kulit jeruk purut sebagai agen terapi diabetes, serta (4) bagaimana potensi ekstrak untuk dimuat ke dalam nanopartikel untuk aplikasi *drug delivery*.

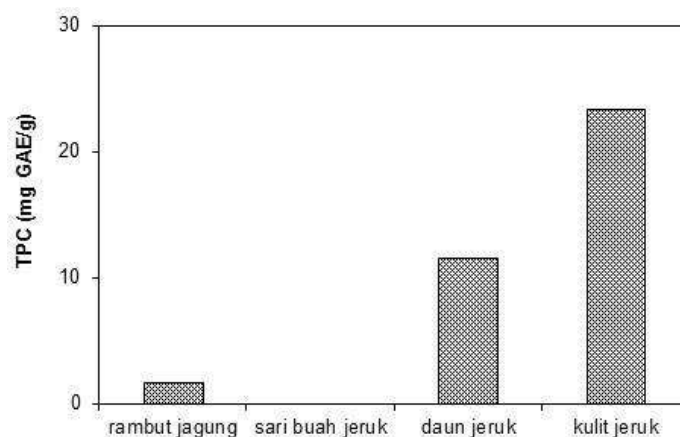
## Metode Penelitian

Metodologi penelitian meliputi persiapan bahan baku, ekstraksi, uji aktivitas dan loading ekstrak ke dalam nanomaterial.

- a. Persiapan bahan baku dan ekstraksi. Bahan baku yang digunakan berupa rambut jagung dan buah jeruk purut. Persiapan dan proses ekstraksi kulit jeruk purut mengacu pada Wijaya [22]. Untuk rambut jagung, bahan baku diperoleh dari daerah Krian dan Mojokerto (Jawa Timur). Awalnya rambut jagung dikeringkan, dihancurkan dan diayak untuk mendapatkan ukuran -100/+120 mesh. Kemudian bahan baku diekstrak menggunakan etanol dengan metode maserasi. Setelah 6 jam, bagian padatan dipisahkan dan ekstrak selanjutnya dianalisa kandungan total fenoliknya dengan metode kolorimetri menggunakan reagen Folin-Ciocalteu. Asam galat digunakan sebagai senyawa standar sehingga kandungan fenolik totalnya (*total phenolic content*) dinyatakan sebagai mg *Galic Acid Equivalent* (GAE)/g sampel. Khusus untuk jeruk purut, dikaji juga kandungan total fenolik dalam kulit, daun dan sari buah jeruknya.
- b. Uji aktivitas antioksidan menggunakan DPPH radikal. Uji aktivitas antioksidan terhadap radikal bebas DPPH ini merupakan uji aktivitas yang bersifat universal menggunakan modifikasi dari Liu [5]. Prosedur analisa: 1 mL larutan DPPH 0.2 mM dan 2 mL sampel dicampur dan diinkubasi pada suhu kamar dalam kondisi gelap. Setelah 30 menit, absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer (Shimadzu, UVmini-1240) pada panjang gelombang 520 nm. Untuk kontrol, pengujian dilakukan dalam prosedur yang sama tetapi etanol digunakan sebagai pengganti sampel. Aktivitas antioksidan diukur sebagai penurunan absorbansi yang terukur. Aktivitas ekstrak dalam menetralkan radikal bebas dinyatakan dalam persen inhibisi dan  $IC_{50}$  dimana  $IC_{50}$  menyatakan jumlah bahan/sampel yang dibutuhkan untuk menetralkan 50% dari target senyawa yang diuji.
- c. Uji antidiabetes menggunakan  $\alpha$ -amylase inhibitory activity assay. Mula-mula campuran yang terdiri dari 0.2 mL larutan  $\alpha$ -amilase dan 0.4 mL buffer fosfat pH 6.9 diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit. Kemudian ditambahkan 0.2 mL larutan starch dan campuran diinkubasi selama 60 menit. Ditambahkan 0.2 mL larutan yodium dan 10 mL air suling dan absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 575 nm menggunakan spektrofotometer (Shimadzu, UV mini-1240). Untuk blanko digunakan yodium tanpa penambahan enzim maupun ekstrak. Reaksi kontrol yang mewakili aktivitas enzim 100% tidak mengandung sampel dilakukan dalam kondisi yang sama. Untuk menghilangkan absorbansi yang dihasilkan oleh sampel, kontrol tanpa penambahan enzim juga dilakukan. Aktivitas antidiabetes ini dinyatakan dalam persen inhibisi dan  $IC_{50}$ .
- d. Loading ekstrak ke dalam nanomaterial. Pemuatan ekstrak jeruk purut ke dalam permukaan nanomaterial dilakukan dengan cara merendam 0.4 g nanopartikel dengan ekstrak dan etanol sehingga volume total campuran menjadi 100 mL. Selanjutnya campuran disonikasi selama 30 menit yang diikuti dengan penguapan pelarut pada kondisi vakum (IKA, RV10). Produk dikeringkan dalam oven vakum yang dioperasikan pada 328K.

## Hasil dan Pembahasan

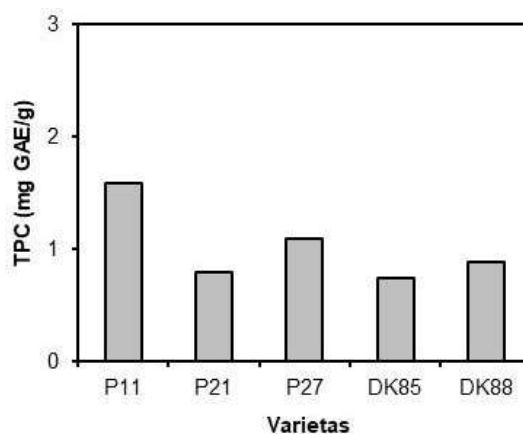
*Total phenolic content* (TPC) beberapa sampel bahan alam yang telah diuji disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** *Total phenolic content* beberapa sampel bahan

Dari Gambar 1 terlihat bahwa bahan alam mempunyai kandungan antioksidan tertentu sesuai dengan karakteristik metabolisme pertumbuhannya masing-masing. Urutan kandungan TPC mulai dari yang terkecil adalah sari buah jeruk dengan TPC sebesar 0.09 mg GAE/g, diikuti oleh rambut jagung, daun jeruk dan kulit jeruk dengan nilai TPC yang terukur berturut-turut sekitar 1.6; 11.6 dan 23.4 mg GAE/g. Kandungan TPC di dalam sari buah jeruk sangat kecil (0.09 GAE/g) sehingga tidak terlihat di dalam Gambar 1. Secara khusus untuk jeruk, bagian kulit mempunyai kandungan TPC yang lebih tinggi dibandingkan dengan sari buah dimana kulit jeruk mengandung TPC mencapai 260 kali lipat dibandingkan sari buahnya [23]. Hasil yang sama dilaporkan oleh Zhang [22] dimana kulit mandarin mempunyai kandungan TPC (27.18 mg GAE/g) yang sedikit lebih besar daripada sari buahnya (24.98 mg GAE/g). Kandungan TPC dalam kulit jeruk yang diperoleh dari studi ini sedikit lebih kecil daripada Zhang [24] namun hampir dua kali lipat lebih besar daripada yang dilaporkan oleh Chan [25] yaitu 12.83 mg GAE/g. Demikian juga dengan kandungan TPC dalam rambut jagung dimana dari hasil studi ini ditemukan TPC dalam sampel rambut jagung kering sebesar 1.58 mg GAE/g. Dibandingkan dengan literatur, nilai TPC ini hanya sekitar 1,3% dari yang dilaporkan literature yaitu 119 mg GAE/g [26]. Perbedaan kandungan TPC ini dapat disebabkan karena adanya perbedaan lingkungan seperti suhu, kelembaban, intensitas sinar matahari dan kondisi tanah dimana tanaman tersebut tumbuh [27-28]. Terlebih lagi, jika kondisi lingkungan dimana tanaman yang sama tersebut berbeda, maka nilai TPC-nya akan bervariasi.

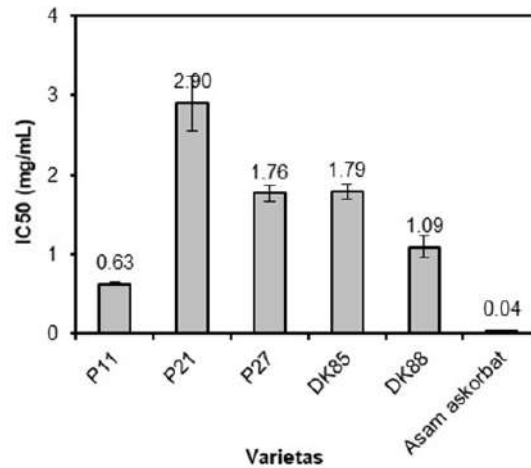
Varietas tanaman yang ditanam di lingkungan yang sama juga dapat mempengaruhi kandungan TPC. Hal ini disebabkan karena tiap varietas tanaman tertentu akan menentukan profil metabolitnya sehingga jenis senyawa fenolik yang ditemukan di dalam satu varietas suatu tanaman akan berbeda dengan varietas lainnya [29]. Pengaruh varietas jagung terhadap kandungan TPC yang terdapat di dalam bagian rambut jagung disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh varietas jagung terhadap TPC

Dari Gambar 2 terlihat bahwa kandungan TPC di dalam rambut jagung dipengaruhi oleh varietas jagung yang ditanam di satu lokasi penanaman. Jagung P11 mempunyai TPC tertinggi dibandingkan varietas lainnya dimana nilai TPC-nya mencapai 1.58 mg GAE/g. Diantara lima varietas jagung yang diuji, rambut jagung dari varietas DK85 mempunyai fenolik terkecil yaitu 0.73 mg GAE/g. Ketiga varietas jagung lainnya mempunyai TPC yang hampir sama. Perolehan ini mengindikasikan bahwa nilai TPC yang dilaporkan dari suatu studi tidak dapat dibandingkan secara langsung antara rambut jagung satu dengan lainnya yang dilaporkan oleh literatur lainnya.

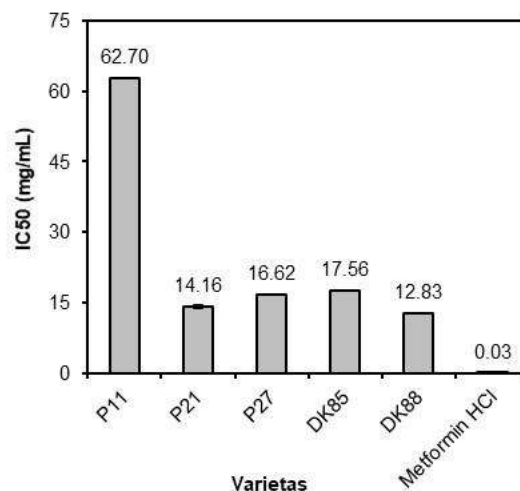
Aktivitas antioksidan merupakan kemampuan senyawa bioaktif tanaman dalam menghambat suatu proses oksidasi. Oleh karena itu, aktivitas antioksidan ini sering dikaitkan dengan kandungan TPC-nya. Pada umumnya semakin tinggi TPC suatu bahan, maka aktivitas antioksidannya juga lebih besar [2]. Kemampuan fenolik dalam rambut jagung dalam menetralkan radikal bebas disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Pengaruh varietas jagung terhadap aktivitas antioksidan dalam menetralkan radikal bebas DPPH. Asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif

Dari Gambar 3 terlihat bahwa varietas jagung berperan dalam menentukan kemampuannya suatu bahan dalam menetralkan radikal bebas, dalam studi ini digunakan DPPH sebagai target senyawa radikal bebas. P11 memiliki nilai IC<sub>50</sub> yang paling rendah yaitu 0.63 mg/mL, diikuti oleh varietas DK88, P27, DK85 dan P21. Semakin kecil nilai IC<sub>50</sub>, semakin aktif senyawa tersebut menetralkan radikal bebas. Oleh karena itu, terlihat bahwa jagung dengan varietas P11 mempunyai kemampuan tertinggi dalam menetralkan radikal bebas DPPH. Dibandingkan dengan nilai TPC (Gambar 2), terlihat bahwa tidak ada korelasi yang pasti antara TPC dan aktivitas penetralan radikal bebas. Sebagai contoh, P11 mempunyai kandungan TPC yang tertinggi dibandingkan varietas jagung lainnya dan hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa varietas ini mempunyai aktivitas antioksidan tertinggi. Namun tren ini tidak berlaku untuk varietas P27. Dilihat dari nilai TPC (Gambar 2) varietas P27 menduduki peringkat ke-dua tertinggi setelah P11 namun hasil uji aktivitas antioksidannya masih di bawah DK88. Hasil ini menunjukkan bahwa dalam kasus rambut jagung ini, hubungan positif antara kandungan TPC dan aktivitas penetralan radikal bebas tidak dapat ditetapkan secara langsung.

Untuk mempelajari lebih lanjut mengenai pengaruh varietas tanaman terhadap aktivitas antioksidan, sampel yang sama diuji kemampuannya sebagai agen antidiabetes dan hasilnya disajikan pada Gambar 4. Metformin hidroklorida yang selama ini digunakan sebagai obat diabetes digunakan sebagai kontrol positif.

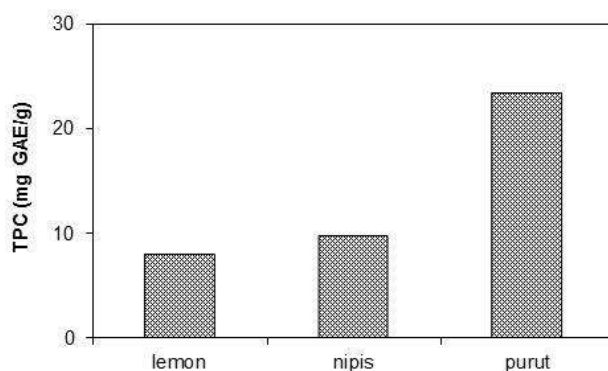


**Gambar 4.** Pengaruh varietas jagung terhadap aktivitas antidiabetes

Dari Gambar 4 terlihat bahwa P11 mempunyai aktivitas antidiabetes yang terkecil diantara semua varietas jagung dimana dibutuhkan ekstrak rambut jagung sebesar 62.7 mg/mL untuk dapat

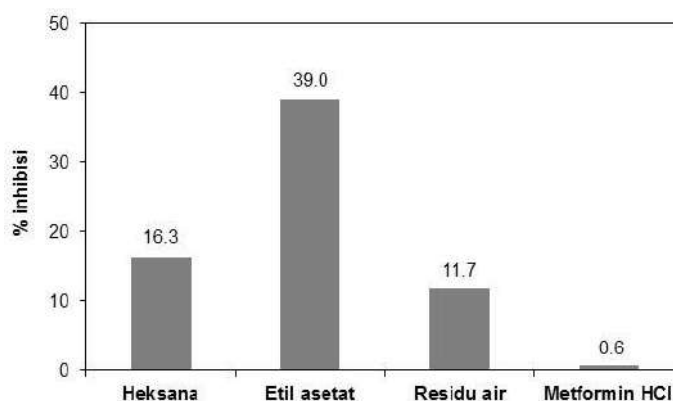
menurunkan kemampuan ekstrak dalam mengkonversi pati menjadi gula reduksi. Sedangkan dari penjelasan di atas, varietas P11 mempunyai TPC dan kemampuan untuk menetralkan radikal bebas yang tertinggi. Tidak konsistensinya antara aktivitas antioksidan secara umum dengan aktivitasnya untuk mengubah pati menjadi gula reduksi menunjukkan bahwa senyawa fenolik yang terkandung dalam suatu bahan alam mempunyai kemampuan tertentu terhadap penyakit tertentu dan hal ini tentu saja tidak dapat digeneralisasi.

Bahan alam lainnya yang dikaji adalah kulit jeruk. Tiga jenis jeruk yang umum digunakan ditetapkan sebagai bahan uji yaitu lemon, nipis dan jeruk purut [30]. Ketiga bahan mendapatkan perlakuan yang sama. TPC yang teramati dari ketiga jenis kulit jeruk disajikan pada Gambar 5. Dari Gambar 5 terlihat bahwa nilai TPC dipengaruhi oleh jenis jeruk yang diuji. Kulit jeruk lemon mempunyai kandungan TPC yang terkecil yaitu sekitar 7.94 mg GAE/g, yang selanjutnya diikuti oleh kulit jeruk nipis dan kulit jeruk purut dengan nilai TPC berturut-turut adalah 9.71 dan 23.36 mg GAE/g. Terlihat bahwa diantara ketiga jeruk yang dipelajari, jeruk purut berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Terlebih lagi, selama ini buah jeruk purut kurang dimanfaatkan secara maksimal sehingga terbuka potensi pengembangan lanjut dari jeruk purut ini, salah satunya adalah untuk aplikasi penyakit degeneratif seperti diabetes.



**Gambar 5.** Pengaruh varietas jagung terhadap aktivitas antidiabetes

Potensi kemampuan ekstrak kulit jeruk purut untuk digunakan sebagai antidiabetes disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Persen inhibisi fraksi ekstrak kulit jeruk purut dalam menghambat konversi pati menjadi gula reduksi

Seperti yang terlihat pada Gambar 6, tergantung dari jenis pelarut yang digunakan, fraksi ekstrak kulit jeruk purut mempunyai tingkat aktivitas yang berbeda dalam menghambat konversi pati menjadi gula reduksi. Fraksi etil asetat mempunyai persen inhibisi yang tertinggi yaitu mencapai 39%, diikuti oleh fraksi heksana dan residu air dimana masing-masing fraksi mempunyai keaktifan sebagai agen antidiabetes sebesar 16.3 dan 11.7%. Perbedaan aktivitas fraksi terhadap kemampuannya dipengaruhi oleh peran pelarut dalam mengekstrak senyawa-senyawa

fenolik/flavonoid dari kulit jeruk purut. Oleh karena itu, tiap-tiap fraksi mempunyai kandungan bioaktif yang berbeda sehingga masing-masing fraksi mempunyai aktivitas sebagai agen antidiabetes yang berbeda pula. Senyawa-senyawa fenolik yang terdapat di dalam kulit jeruk purut yang mungkin berperan dalam menghambat konversi pati antara lain gallic acid, catechin, caffeic acid, epicatechin, coumaric acid, ferulic acid, rutin dan quercetin. Sedangkan senyawa-senyawa flavonoid yang terdeteksi di dalam kulit jeruk adalah naringin, hesperidin, naringenin, hesperetin dan nobiletin [22]. Oleh karena itu, ekstrak kulit jeruk purut ini sangat berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai agen antidiabetes.

Loading ekstrak kulit jeruk purut ke dalam nanomaterial merupakan pengembangan lanjut dari pemanfaatan ekstrak kulit jeruk purut untuk aplikasi terapi diabetes. Luas permukaan material yang besar dapat dimanfaatkan sebagai host untuk senyawa-senyawa fenolik/flavonoid ekstrak kulit jeruk purut yang kemudian dapat dihantarkan ke dalam tubuh secara perlahan-lahan. Nanomaterial MCM-41 dan IBN yang sudah di-loading dengan ekstrak kulit jeruk purut disajikan pada Gambar 7. Hasil studi pendahuluan menunjukkan bahwa senyawa fenolik dapat terlepas dari dalam pori secara perlahan-lahan. Senyawa fenolik/flavonoid kulit jeruk purut yang terdapat di dalam pori nanomaterial dapat dilepaskan dengan laju tertentu tergantung pada interaksi yang terjadi antara senyawa bioaktif tersebut dengan permukaan nanomaterial. Untuk itu, ke depannya masih diperlukan optimasi laju penghantaran senyawa fenolik/flavonoid ke dalam media uji sehingga senyawa-senyawa bioaktif kulit jeruk purut dapat dilepaskan sesuai kebutuhan terapi diabetes-nya.



**Gambar 7.** Nanomaterial (kiri) MCM-41 dan (kanan) IBN yang sudah di-loading ekstrak kulit jeruk purut

### **Simpulan**

Limbah pertanian Indonesia, dalam studi ini digunakan rambut jagung dan kulit jeruk purut, mempunyai kemampuan sebagai agen antidiabetes alami. Ekstrak kedua bahan tersebut mengandung senyawa fenolik dengan konsentrasi tertentu. Karena setiap tanaman mempunyai varietas tertentu yang mempengaruhi proses metabolisme pertumbuhannya, maka untuk setiap varietas jagung dideteksi mempunyai kandungan total fenolik yang berbeda-beda meskipun ditumbuhkan di satu area yang sama. Dari lima varietas jagung yang dipelajari, rambut jagung dari varietas P11 mempunyai kandungan fenolik tertinggi sehingga menyebabkan bahan mempunyai kemampuan tertinggi dalam menetralkan radikal bebas, namun ternyata memiliki aktivitas antidiabetes yang terendah. Demikian pula dengan buah jeruk dimana kulit buah jeruk lemon, nipis dan purut mempunyai kandungan total fenolik yang berbeda. Hasil studi menunjukkan bahwa kulit jeruk purut memiliki total fenolik dan aktivitas antidiabetes tertinggi. Tidak hanya itu saja, pelarut yang digunakan untuk proses ekstraksi atau fraksinasi juga mempengaruhi aktivitas antidiabetesnya. Masing-masing senyawa fenolik/flavonoid mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menghambat radikal bebas atau konversi pati menjadi gula. Pengembangan lanjut dari ekstrak ini adalah digunakan sebagai penghantar obat dengan memanfaatkan kelebihan-kelebihan nanomaterial. Namun, hal ini masih perlu diuji lebih dalam lagi termasuk uji klinisnya nanti.

### **Ucapan Terima Kasih**

Studi ini didukung oleh hibah penelitian dari LPPM Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya 2015 dan Ristekdikti (Kontrak No. 357A/WM01.5/2017).

## Rerefensi

- [1] Fuet *et al.* 2011. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry*. 129(2).pp. 345-350.
- [2] Sarepouaet *al.* 2015. Influence of variety and harvest maturity on phytochemical content in corn silk. *Food Chemistry*. 169. pp. 424-429.
- [3] Irawaty, W., and Ayucitra, A. 2018. Assessment on antioxidant and in vitro antidiabetes activities of different fractions of Citrus hystrix peel. *International Food Research Journal*. 25(6). Pp. 2469-2479.
- [4] Ebrahimzadeh, M.A., Pourmorad, F.,and Hafezi, S. 2008. Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish Journal of Biology*. 32. pp. 43-49.
- [5] Liuet *al.* 2011. Supercritical fluid extraction of flavonoids from Maydis stigma and its nitrite-scavenging ability. *Food and Bioproducts Processing*. 89(4). pp. 333-339.
- [6] Choiet *al.* 2014. Neuroprotective effects of corn silk mays in via inhibition of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced apoptotic cell death in SK-N-MC cells. *Life Science*. 109(1). pp. 57-64.
- [7] Putri *et al.* 2013. Cardioprotective and hepatoprotective effects of Citrus hystrix peels extract on rats model. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 3(5). pp. 371-375.
- [8] Velazquezet *al.* 2005. Zea mays L. extracts modify glomerular function and potassium urinary excretion in conscious rats. *Phytomedicine*. 12. pp. 363-369.
- [9] Guoet *al.* 2009. The effects of corn silk on glycaemic metabolism. *Nutrition & Metabolism*. 6. p. 47.
- [10] Ebrahimzadehet *al.* 2009. Antidepressant activity of corn silk. *Pharmacologyonline*. 3.pp. 647-652.
- [11] Huet *al.* 2010. Purification and anti-fatigue activity of flavonoids from corn silk. *International Journal of Physical Sciences*. 5.pp. 321-326.
- [12] Habtemariam, S. 1998. Extract of corn silk (stigma of Zea mays) inhibits the tumour necrosis factor-alpha- and bacterial lipopolysaccharide-induced cell adhesion and ICAM-1 expression. *Planta Medica*. 64.pp. 314-318.
- [13] Liuet *al.* 2011. The antioxidant and free-radical scavenging activities of extract and fractions from corn silk (Zea mays L.) and related flavone glycosides. *Food Chemistry*. 126.pp. 261-269.
- [14] Zhao *et al.* 2012. Comparison of anti-diabetic effects of polysaccharides from corn silk on normal and hyperglycemia rats. *International Journal of Biological Macromolecules*. 50.pp. 1133-1137.
- [15] Kannappa, S. and Anuradha, C.V. 2010. Naringenin enhances insulin-stimulated tyrosine phosphorylation and improves the cellular actions of insulin in a dietary model of metabolic syndrome. *European Journal of Nutrition*. 49.pp. 101-109.
- [16] Pari, L. and Suman, S. 2010. Antihyperglycemic and antilipidperoxidative effects of flavanoid naringin in streptozotocin-nicotinamide induced diabetic rats. *International Journal of Biological & Medical Research*. 1.pp. 206-210.
- [17] Bakheet, S.A. and Attia, S.M. 2011. Evaluation of chromosomal instability in diabetic rats treated with naringin. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2011.pp. 1-9.
- [18] Kim, G.-N., Shin, J.-G. and Jang, H.-D. 2009. Antioxidant and antidiabetic activity of Dangyuja (Citrus grandis Osbeck) extract treated with *Aspergillus saitoi*. *Food Chemistry*. 117.pp. 35-41.
- [19] Patel, S.S. and Goyal, R.K. 2011. Cardioprotective effects of gallic acid in diabetes-induced myocardial dysfunction in rats. *Pharmacognosy Research*. 3.pp. 239-245.
- [20] Gunduz, K. and Ozdemir, E. 2014. The effects of genotype and growing conditions on antioxidant capacity, phenolic compounds, organic acid and individual sugars of strawberry. *Food Chemistry*. 155.pp. 298-303.
- [21] Iqbal, S. and Bhanger, M. I. 2006. Effect of season and production location on antioxidant activity of Moringa oleifera leaves grown in Pakistan. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19.pp. 544-551.
- [22] Wijayaet *al.* 2017. Fractionation of phenolic and flavonoid compounds from kaffir lime (*Citrus hystrix*) peel extract and evaluation of antioxidant activity. *Reaktor*. 17(3).pp. 111-117.



- [23] Wasono, H.J.F. and Syakirina, S.N. 2018. Nanopartikel perak dari jeruk purut sebagai anti bakteri. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Surabaya.
- [24] Zhang, H, Yang, Y. and Zhou, Z.. 2018. Phenolic and flavonoid contents of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruit tissues and their antioxidant capacity as evaluated by DPPH and ABTS methods. *Journal of Integrative Agriculture*. 17(1). pp. 256-263.
- [25] Chanet *al.* 2009. Optimisation of extraction conditions for phenolic compounds from limau purut (*Citrus hystrix*) peels. *International Food Research Journal*. 16. 203-213.
- [26] Ebrahimzadehet *al.* 2008b. Iron chelating activity, phenol and flavonoid content of some medicinal plants from Iran. *African Journal of Biotechnology*. 7(18).pp. 3188-3192.
- [27] Baniasadiet *al.* 2014. Effect of environment and genotype on commercial maize hybrids using LC/MS-based metabolomics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(27).pp. 7879-7883.
- [28] Marquez-Garcia, B., Fernandez-Recamales, M.A. and Cordoba, F. 2012. Effects of cadmium on phenolic composition and antioxidant activities of *Erica andevalensis*. *Journal of Botany*. 2012.pp. 1-6.
- [29] Kanget *al.* 2019. Comparative metabolomics analysis of different resistant rice varieties in response to the brown planthopper *Nilaparvata lugens* Hemiptera: Delphacidae. *Metabolomics*. 15. pp. 62.
- [30] Purwanto, R.M. and Pabontong, J. 2017. Pemanfaatan kulit jeruk purut sebagai anti karies gigi. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Surabaya.