



Pemanfaatan Pelarut Ramah Lingkungan *Natural Deep Eutectic Solvent* (NADES) untuk Ekstraksi Likopen pada Tomat

Utilization of Environmentally Friendly Solvents Natural Deep Eutectic Solvent (NADES) for Extraction of Lycopene in Tomatoes

^{1)*} Kadek Ayu Mas Sarayawati, ²⁾ Anak Agung Gede Rai Yadnya Putra

^{1,2}Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana.

*Email: ¹⁾ ayumassarayawati027@student.unud.ac.id, ²⁾ agungryp@unud.ac.id

*Correspondence: ¹⁾ Kadek Ayu Mas Sarayawati

DOI:

10.59141/comserva.v3i12.1283

ABSTRAK

Likopen merupakan salah satu senyawa golongan karotenoid tetraterpen yang banyak ditemukan pada tomat yang memiliki beragam manfaat bagi kesehatan tubuh. Kandungan likopen dapat diperoleh melalui metode ekstraksi dimana biasanya digunakan pelarut organik yang penggunaannya dapat memberikan efek negatif bagi tubuh. Pelarut ramah lingkungan yang saat ini banyak dikembangkan adalah *natural deep eutectic solvent* (NADES). Dibandingkan dengan pelarut organik konvensional, NADES memiliki keunggulan diantaranya adalah dapat mudah terurai, praktis dan tidak beracun, serta terjangkau. Tinjauan ini bertujuan untuk melihat bagaimana penggunaan NADES untuk ekstraksi likopen pada tomat dalam meningkatkan penggunaannya dalam ekstraksi senyawa bioaktif. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa penggunaan NADES dapat menghasilkan ekstraksi senyawa bioaktif likopen pada tomat secara efisien.

Kata kunci: Ekstraksi, Likopen, NADES, Tomat

ABSTRACT

Lycopene is a compound in the tetraterpene carotenoid group which is often found in tomatoes and has various benefits for the body's health. The lycopene content can be obtained through an extraction method where organic solvents are usually used, the use of which can have negative effects on the body. An environmentally friendly solvent that is currently being developed is natural deep eutectic solvent (NADES). Compared to conventional organic solvents, NADES has the advantages of being easily biodegradable, practical and non-toxic, and affordable. This review aims to see how the use of NADES for the extraction of lycopene in tomatoes can improve its use in the extraction of bioactive compounds. From several studies that have been carried out, the results show that the use of NADES can produce efficient extraction of the bioactive compound lycopene in tomatoes.

Keywords: Extraction, Lycopene, NADES, Tomato

PENDAHULUAN

Pelarut ramah lingkungan yang digunakan dalam ekstraksi merupakan salah satu cara untuk memberikan pelarut baru yang aman dan dapat menggantikan pelarut organik yang biasanya mempunyai sifat yang toksik (Andrianto, 2017). Metode ekstraksi senyawa dari bahan alam biasanya dilakukan dengan metode maserasi dengan menggunakan pelarut organik seperti aseton, etanol, metanol, etil asetat, dan heksana (Atun, 2014). Proses ekstraksi dengan metode ini membutuhkan

banyak waktu serta penggunaan pelarut pada metode ini sangat banyak. Selain itu, teknik ekstraksi maserasi membutuhkan proses penghilangan pelarut serta pemurnian agar memperoleh ekstrak yang bebas dari pelarut. Maka dari itu, perkembangan pelarut yang bersifat ramah lingkungan sangatlah penting sehingga dengan itu akan didapatkan ekstrak alami dengan sisa pelarut yang tidak toksik bagi kesehatan serta lingkungan (Ente et al., 2020).

Metode yang saat ini banyak dikembangkan untuk mendapatkan pelarut yang aman adalah dengan menggunakan pelarut eutektik atau *natural deep eutectic solvent* (NADES) yang berasal dari bahan alami (Amelia, n.d.). NADES dibuat dengan komposisi senyawa yang bersifat *hydrogen bond acceptor* (HBA) serta *hydrogen bond donor* (HBD). NADES yang paling umum didasarkan pada senyawa kolin klorida (ChCl), asam karboksilat dan donor ikatan hidrogen lainnya seperti asam sitrat, gula, asam amino, asam suksinat dan gliserol yang umumnya terdapat dalam sel organisme hidup (Bajkacz & Adamek, 2018). NADES dapat mengekstraksi senyawa polar maupun non polar dan beberapa metabolit sekunder lainnya. NADES juga memiliki keunggulan lain seperti dapat terurai secara alami, tidak beracun, dan mudah diproduksi (Altamash et al., 2017). Selain itu, NADES juga dapat melarutkan senyawa makromolekul serta dapat digunakan untuk menentukan sifat fisika kimia serta stabilitas suatu pelarut (Francisco et al., 2012).

Penggunaan pelarut NADES yang digunakan pada pemisahan zat aktif dari bahan alam masih jarang atau terbatas penggunaannya. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menggunakan NADES sebagai pelarut untuk pemisahan senyawa diaplikasikan untuk ekstraksi fenolik dari *aronia melanocarpa* (Islamčević Razboršek et al., 2020), aktivitas antioksidan (Pavlic et al., 2022), flavonoid (Wei et al., 2015) serta alkaloid (Duan et al., 2016).

Pada penelitian ini akan dikembangkan pelarut NADES untuk ekstraksi zat aktif dari buah tomat. Buah tomat di negara Indonesia melimpah jumlahnya namun hanya dimanfaatkan sebagai makanan. Buah tomat berpotensi digunakan karena mengandung zat aktif berupa likopen yang memiliki banyak manfaat bagi tubuh.

Berbagai teknik ekstraksi dilakukan untuk memisahkan senyawa aktif dari tomat dengan menggunakan metanol, air, dan etanol. Eksplorasi untuk penambahan nilai dari sisi produk yang dihasilkan oleh buah tomat dapat dikelola dan diaplikasikan pada produk industri pangan serta kosmetik (Sjaifuddin, 2014). Potensi yang terdapat pada buah tomat dapat dikelola dengan ekstraksi bahan aktif menggunakan NADES. NADES yang digunakan lebih aman dan mudah didegradasi oleh lingkungan serta dapat diaplikasikan ke produk pangan secara aman. Jurnal ini akan membahas mengenai penerapan pelarut yang aman untuk mengekstrak likopen dari buah tomat. Tujuannya adalah agar dapat menentukan apakah pelarut NADES cocok dijadikan sebagai pelarut dalam proses ekstraksi. Diharapkan dari penjelasan dalam review ini, masyarakat dapat lebih memanfaatkan bahan (pelarut) yang lebih ramah lingkungan untuk dijadikan pengganti dari pelarut organik yang kurang baik bagi kesehatan.

METODE

Dalam langkah menyusun review ini, teknik yang digunakan merupakan teknik studi pustaka dengan mencari sumber atau literatur dalam bentuk data primer berupa jurnal nasional maupun jurnal internasional 10 tahun terakhir (2014-2024). Jurnal yang digunakan adalah jurnal berbahasa Indonesia atau Inggris serta berasal dari sumber nasional dan internasional dengan syarat Open Akses serta tersedia *full text*. Selain itu, dalam pembuatan review ini juga dilakukan pencarian data dengan menggunakan media online, seperti: Google dan situs jurnal seperti NCBI, PubMed, dll

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Kyriakoudi et al., 2022) 15 NADES yaitu terpen (DL-menthol dan timol) dan asam lemak (asam kaprat dan asam laurat) dibuat pada berbagai rasio molar. NADES yang secara eksklusif terdiri dari kombinasi asam lemak dapat bertindak secara bersamaan sebagai HBA dan HBD karena adanya gugus OH. Pelarut eutektik yang telah disiapkan kemudian karakterisasi secara fisikokimia mengingat komposisi NADES mempunyai pengaruh yang besar terhadap sifat fisikokimianya sehingga dapat mempengaruhi efisiensi ekstraksinya. Selanjutnya NADES yang telah disiapkan diperiksa efisiensinya dalam mengekstraksi karotenoid pada buah tomat, yaitu likopen dan β -karoten. Ekstraksi pada kondisi percobaan yang sama menggunakan aseton sebagai pelarut ekstraksi juga dilakukan sebagai referensi atau pembanding. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil bahwa penggunaan pelarut NADES yang berbasis asam lemak mendapatkan hasil yang terbaik dalam mengekstraksi likopen dari tomat sebagai alternatif ramah lingkungan dibandingkan pelarut organik konvensional. Dalam penelitian ini, penambahan air pada ekstrak tomat yang dibuat dengan campuran eutektik berbasis asam lemak 1:2 yang paling efisien dari hasil tersebut terlihat terbentuknya dua fase karena perbedaan polaritas media campuran serta memiliki kestabilan yang paling baik dibandingkan dengan NADES lainnya.

Penelitian (Marinaccio et al., 2024) menguji efisiensi ekstraksi mentol NADES: timol 1:1 untuk perolehan likopen dari limbah kulit tomat, membandingkannya dengan efisiensi dari pelarut ekstraksi α -pinene dan n-hexane. UEA dilakukan diikuti dengan sentrifugasi dan filtrasi. Supernatan yang terkumpul kemudian diuapkan. Waktu perlakuan ultrasonografi sangat menentukan dalam menentukan rendemen senyawa bioaktif, bahkan dapat mempercepat kinetika ekstraksi dan perpindahan massa serta rasio biomassa terhadap pelarut. Pengaturan suhu yang tinggi melebihi suhu optimum dapat menyebabkan degradasi senyawa bioaktif akibat gelembung kavitasasi dan tegangan geser. Dalam penelitian ini waktu ekstraksi diatur pada 20 menit. pada suhu 36°C untuk semua prosedur, dengan mempertimbangkan stabilitas termal likopen. Teknik penguapan dipilih berdasarkan jenis pelarut yang memperoleh ekstrak kering yang membuat perbandingan kandungan likopen antar sediaan menjadi lebih akurat. Untuk menghilangkan mentol/timol pelarut eutektik diperlukan kondisi tertentu. Proses evaporator dengan suhu 80°C, agitasi mekanis, dan vakum tinggi (1mBar), memperoleh ekstrak kering dalam 3 jam. Namun karena likopen dapat terurai pada suhu tinggi di atas 100°C, disiapkan campuran azeotropik dengan air untuk mengurangi titik didih campuran (60°C, 1mBar dan mekanis agitasi), sehingga menghasilkan ekstrak kering dalam 1,5 jam. Setiap ekstrak dianalisis dengan HPLC fase terbalik. Kandungan likopen setiap ekstrak dinyatakan dalam mg likopen per gram ekstrak kering. Kandungan likopen tertinggi terdapat pada ekstrak n-heksana, yang merupakan pelarut organik dengan viskositas lebih rendah dibandingkan campuran berbasis terpen; peningkatan efisiensi perolehan likopen dalam n-heksana mungkin juga disebabkan oleh kelarutan likopen yang lebih baik dibandingkan dengan pelarut lain. Hasil ekstraksi likopen untuk α -pinena dan DES mentol/timol cukup tinggi, namun ekstrak yang diperoleh melalui penguapan campuran azeotropik DES-air menunjukkan kandungan likopen yang kecil dibandingkan dengan yang dibuat dengan menggunakan VNADES saja. Selanjutnya hasil dianalisis dengan HPLC untuk melihat kandungan likopen ekstrak yang diperoleh NADES mentol/timol sebelum dan sesudah penguapan dalam dua metode penguapan yang berbeda, misalnya dengan atau tanpa bantuan campuran azeotropik dengan air. Untuk ekstrak NADES, kandungan likopen sebelum evaporasi adalah $1,19 \pm 0,01$ mg/mL, sedangkan pasca evaporasi $0,533 \pm 0,002$ mg/mL. Dengan demikian, penurunan kandungan likopen dalam ekstrak kering sekitar 55%. Penurunan kandungan likopen dinilai juga untuk ekstrak campuran azeotropik NADES-air. Kandungan likopen sebelum penguapan adalah $2,32 \pm 0,01$ mg/mL DES \pm SD yang menjadi $0,9 \pm 0,01$ mg/mL DES

± SD setelah penguapan, sehingga menghasilkan pengurangan sekitar 61%. Dengan demikian memungkinkan perolehan molekul bioaktif lebih cepat melalui proses penguapan. Penggunaan teknik UEA dalam proses ekstraksi yang menggunakan NADES mentol/timol menunjukkan hasil bahwa pelarut ini dapat menjadi pengganti pelarut konvensional karena efektif dan cepat dalam proses ekstraksinya. Berdasarkan penelitian tersebut, campuran DES tipe V mentol/timol dapat digunakan sebagai pelarut ramah lingkungan untuk ekstraksi likopen setelah kondisi pengoperasian yang dioptimalkan, menghasilkan batas deteksi, linearitas, dan produktivitas yang baik dengan analisis HPLC. Pelarut ekstraksi α -pinene dan DES mentol/timol menunjukkan efisiensi ekstraksi yang baik dibandingkan dengan ekstraksi konvensional menggunakan n -heksana. Hal ini karena hasil ekstrak yang diperoleh dengan NADES memperoleh hasil yang serupa dengan pelarut lain seperti n -heksana dan α -pinena. Meski mengalami degradasi sebagian, kandungan likopen pada ekstrak kering ditemukan selama proses penguapan.

Penelitian oleh (Jamaledine et al., 2022) mrnggunakan empat pelarut eutektik dengan polaritas dan komposisi berbeda telah disintesis. Sintesis dilakukan pada suhu sedang (50–80 °C). NADES dikarakterisasi dengan spektroskopi inframerah dan analisis termal, yang menyoroti interaksi antar molekul dan pembentukan fase cair stabil hingga suhu dekomposisi > 120 °C). NADES ini telah digunakan untuk ekstraksi molekul alami, namun dua diantaranya belum pernah diaplikasikan pada tomat. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, sasilnya menunjukkan bahwa NADES yang dipilih cocok untuk ekstraksi metabolit yang ada dalam tomat. Dari data HPLC, kemampuan ekstraksi NADES dibandingkan dan ditentukan selektivitasnya terhadap setiap molekul. Dengan demikian, campuran DL-mentol/asam laktat (DES 2) lebih cenderung menjebak senyawa polar rendah (karotenoid, lipid, tokoferol), sedangkan campuran glukosa/gliseryl (DES 1) menunjukkan afinitas dengan beberapa asam fenolik, flavon, flavonol, dan tanin. Campuran glukosa/asam laktat (DES 3) khususnya selektif terhadap beberapa senyawa fenolik, sedangkan gliserol/L-prolin (DES 4) efisien untuk ekstraksi beberapa flavon, flavonol, dan flavanon. Kemungkinan menggabungkan langkah ekstraksi dan formulasi tercapai, dengan tetap menjaga kualitas bahan. Biokompatibilitas NADES ini memungkinkan untuk menggabungkannya ke dalam formulasi kosmetik, yang mewakili strategi baru untuk *eco conception* formulasi. Dari hasil tersebut untuk melihat bagaimana likopen dapat terekstraksi dengan baik menggunakan NADES adalah dengan menggunakan pelarut NADES yang memiliki campuran berupa DL-mentol/asam laktat (DES 2) hal ini karena senyawa karotenoid (likopen) pada tomat akan terekstraksi dengan maksimal menggunakan pelarut ini dibandingkan dengan pelarut lainnya yang telah diujikan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Silva *et al.*, 2019 dilakukan proses ekstraksi likopen dari limbah tomat dengan menggunakan senyawa campuran eutektik hidrofobik (HEM) DL-mentol sebagai HBA dan asam laktat sebagai HBD, dan digunakan teknik UAE. Berdasarkan hasil yang diperoleh hasil yang menunjukkan kondisi optimum adalah pada suhu 70 °C, dengan perbandingan 8:1 mol HBA/mol HBD, serta sebanyak 120 mL/g pelarut: sampel, dan waktu ekstraksi yang digunakan adalah selama 10 menit. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kapasitas atau kadar yang sangat baik untuk dapat mengekstraksi likopen, selain itu hasil rendemen yang paling banyak diperoleh yakni sebesar 1446 mg/g.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil review yang telah didapatkan, dapat diketahui bahwa NADES dapat mengekstraksi likopen dari buah tomat dengan baik dibandingkan dengan pelarut organik konvensional, NADES memiliki keunggulan diantaranya adalah dapat mudah terurai, praktis dan tidak beracun, serta

^{1)*} Kadek Ayu Mas Sarayawati, ²⁾ Anak Agung Gede Rai Yadnya Putra

Utilization of Environmentally Friendly Solvents Natural Deep Eutectic Solvent (NADES) for Extraction of Lycopene in Tomatoes

terjangkau, hal ini berarti NADES dapat digunakan sebagai *green solvent* atau pelarut ramah lingkungan untuk menggantikan pelarut organik yang biasa digunakan untuk mengekstrak zat aktif (likopen) dalam buah tomat seperti metanol dan etanol

DAFTAR PUSTAKA

- Altamash, T., Nasser, M. S., Elhamarnah, Y., Magzoub, M., Ullah, R., Anaya, B., Aparicio, S., & Atilhan, M. (2017). Gas solubility and rheological behavior of natural deep eutectic solvents (NADES) via combined experimental and molecular simulation techniques. *ChemistrySelect*, 2(24), 7278–7295.
- Amelia, F. (n.d.). *Pengaruh Suhu Proses Perlakuan Awal Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Deep Eutectic Solvent (Des)*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Andrianto, Y. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Daun Bruguiera gymnorrhiza dengan Pelarut dan Lama Ekstraksi yang Berbeda Menggunakan Metode Sonikasi.[skripsi]. *Malang: Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya*.
- Atun, S. (2014). Metode isolasi dan identifikasi struktur senyawa organik bahan alam. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, 8(2), 53–61.
- Bajkacz, S., & Adamek, J. (2018). Development of a method based on natural deep eutectic solvents for extraction of flavonoids from food samples. *Food Analytical Methods*, 11, 1330–1344.
- Duan, L., Dou, L.-L., Guo, L., Li, P., & Liu, E.-H. (2016). Comprehensive evaluation of deep eutectic solvents in extraction of bioactive natural products. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 4(4), 2405–2411.
- Ente, Z. F., Rumape, O., & Duengo, S. (2020). Efektivitas ekstrak daun srikaya (*Annona squamosa* L.) sebagai insektisida nabati terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera litura*). *Jamb J Chem*, 2(1), 1–9.
- Francisco, M., Van Den Bruinhorst, A., & Kroon, M. C. (2012). New natural and renewable low transition temperature mixtures (LTTMs): screening as solvents for lignocellulosic biomass processing. *Green Chemistry*, 14(8), 2153–2157.
- Islamčević Razboršek, M., Ivanović, M., Krajnc, P., & Kolar, M. (2020). Choline chloride based natural deep eutectic solvents as extraction media for extracting phenolic compounds from chokeberry (*Aronia melanocarpa*). *Molecules*, 25(7), 1619.
- Jamaledine, A., Urrutigoity, M., Bouajila, J., Merah, O., Evon, P., & de Caro, P. (2022). Ecodesigned Formulations with Tomato Pomace Extracts. *Cosmetics*, 10(1), 7.
- Kyriakoudi, A., Tsiouras, A., & Mourtzinos, I. (2022). Extraction of lycopene from tomato using hydrophobic natural deep eutectic solvents based on terpenes and fatty acids. *Foods*, 11(17), 2645.
- Marinaccio, L., Zengin, G., Bender, O., Cichelli, A., Novellino, E., Stefanucci, A., & Mollica, A. (2024). Ultrasound assisted lycopene extraction from tomato skin waste by volatile natural deep eutectic solvent. *Food Chemistry Advances*, 100656.
- Sjaifuddin, S. (2014). Pengelolaan Sumber Daya Alam: Tantangan dan Peluang di Era Ekonomi Pengetahuan. *Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Dan Konservasi Sumberdaya Alam Dalam Perspektif Pembangunan Berkelanjutan, Manado, 19 Juni 2014*, 11–23.
- Wei, Z., Qi, X., Li, T., Luo, M., Wang, W., Zu, Y., & Fu, Y. (2015). Application of natural deep eutectic

1)* Kadek Ayu Mas Sarayawati, 2) Anak Agung Gede Rai Yadnya Putra

Utilization of Environmentally Friendly Solvents Natural Deep Eutectic Solvent (NADES) for Extraction of Lycopene in Tomatoes

solvents for extraction and determination of phenolics in *Cajanus cajan* leaves by ultra performance liquid chromatography. *Separation and Purification Technology*, 149, 237–244.



© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).