

## **Potensi Metabolit *Hanseniaspora opuntiae* dari Salak Yeast Water Dianalisis Menggunakan antiSMASH**

**Annisa Khumaira**

Universitas Asyiyah Yogyakarta, Indonesia

Email : [annisakhumaira@unisayogya.ac.id](mailto:annisakhumaira@unisayogya.ac.id)

### **Abstrak**

Buah Salak Pondoh merupakan salah satu buah yang memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Tingginya kandungan karbohidrat dan gula membuatnya dapat dijadikan sumber ragi alami yang dibuat dalam bentuk salak yeast water dan dapat digunakan sebagai bahan pengembang roti. Dalam salak yeast water didapat isolat yeast salah satunya yaitu *Hanseniaspora opuntiae*. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa sekuens genom dari *Hanseniaspora opuntiae* menggunakan antiSMASH agar diketahui potensi senyawa metabolit. Metode yang digunakan yaitu menyiapkan sekuens isolat yang didapat dari NCBI kemudian dilakukan analisis menggunakan antiSMASH. Dari hasil analisis didapatkan pada *Hanseniaspora opuntiae* terdapat lima metabolit dari keseluruhan genom yaitu terpen, prekursor terpen (terpene – precursore), lysin, asam lemak (fatty acid), dan sakarida (saccharide). Metabolit – metabolit tersebut diketahui sebagai penunjang kehidupan sel dan dapat memberikan dampak baik pada kualitas roti.

**Kata Kunci:** antiSMASH, *Hanseniaspora opuntiae*, metabolit, salak yeast water

### **Abstract**

*Salak Pondoh fruit is one of the fruits that has a fairly high carbohydrate content. The high carbohydrate and sugar content make it a source of natural yeast made in salak yeast water, which can be used as a bread-raising agent. In salak yeast water, yeast isolates were obtained, one of which was Hanseniaspora opuntiae. This study aimed to analyze the genome sequence of Hanseniaspora opuntiae using antiSMASH to determine the potential of metabolite compounds. The method was to prepare the isolate sequence obtained from NCBI and then analyze it using antiSMASH. From the results of the analysis, it was found that in Hanseniaspora opuntia, there were five metabolites from the entire genome, namely terpenes, terpene precursors (terpene - precursor), lysine, fatty acids (fatty acids), and saccharides (saccharides). These metabolites are known to support cell life and can positively impact bread quality.*

**Key words:** antiSMASH, *Hanseniaspora opuntiae*, metabolite, salak yeast water

## **PENDAHULUAN**

Salak merupakan salah satu hasil pertanian yang banyak dijumpai dan sering kali dijadikan buah tangan ketika berwisata di wilayah DIY (Daerah Istimewa Yogyakarta) (Kusumawati et al., 2023). Salak termasuk ke dalam keluarga palmae dengan karakteristik pelepah daun tersusun rapat, buah yang diselimuti sisik berwarna coklat dan terletak di tandan (Nurhidayat dkk., 2022). Salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw) umumnya dijadikan sebagai tanaman budidaya di wilayah DIY karena memiliki karakteristik rasa buah yang dominan manis serta bertekstur renyah (Sabarisman dkk., 2015).

Masa umur simpan buah salak berkisar antara 5 – 6 hari, sehingga menjadikan buah ini rentan mengalami kerusakan dengan tanda – tanda kulit buah

mulai mengering dan susah dikupas (Djafar dkk., 2022). Salah satu alternatif untuk dapat menambah umur simpan buah salak adalah dengan mengolahnya ke dalam bentuk lain seperti yeast water. Salak yeast water terbuat dari komposisi air, gula dan buah yang kemudian difermentasi selama 5 – 6 hari (Khumaira dkk., 2024). Sistem pengolahan ini bertujuan untuk mendapatkan ragi alami yang terkandung dalam buah salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw). Ragi hasil fermentasi tersebut sebagai ragi liar atau ragi alami yang kemudian dapat diaplikasikan ke dalam pembuatan roti. Roti yang dibuat dengan ragi alami memiliki keunggulan dari segi aroma, bentuk roti serta rasa yang semakin enak (Yasmina dkk., 2023).

Pada penelitian Khumaira dkk, 2024 didapati dua isolat yeast dalam salak yeast water yaitu *Hanseniaspora opuntiae* serta *Candida sorboxylosa*. Kedua spesies yeast tersebut umumnya sering dijumpai dalam beberapa olahan fermentasi terkhusus buah – buahan. *Hanseniaspora opuntiae* memiliki banyak manfaat, spesies *Hanseniaspora opuntiae* dapat aplikasikan sebagai salah satu starter dalam pembuatan roti. Hal ini berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Indriani (2021), yeast *Hanseniaspora opuntiae* yang diujikan kedalam pembuatan roti membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan dengan yeast komersil (fermipan) namun memiliki kelebihan dari segi aroma, rasa dan tekstur yang lebih disukai dibandingkan dengan yeast komersil.

antiSMASH merupakan alat dengan akses terbuka di internet yang dapat digunakan untuk identifikasi, anotasi, dan analisis metabolit sekunder dalam genom bakteri dan jamur dengan cepat. antiSMASH juga menggunakan beberapa open sources tool seperti NCBI BLAST+, HMMer 3, Muscle 3, FastTree, PySVG and JQuery SVG. antiSMASH yang digunakan saat ini merupakan versi 8.0 dengan kemampuan prediksi lebih detail dan telah dtambahkan beberapa kluster deteksi (Blin dkk, 2025). Pada artikel ini akan dibahas mengenai senyawa berupa metabolit sekunder dari *Hanseniaspora opuntiae* yang dianalisis menggunakan antiSMASH 8.0. Dari data tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam penggunaan *Haseniospora opuntiae* dan efek penggunaan salak yeast water apabila digunakan sebagai agen pengembang roti.

## METODE PENELITIAN

### Pencarian data Whole Genome

NCBI (National Center for Biotechnology Information) merupakan salah satu gen bank open sources yang dapat diakses untuk mendapatkan sekuens genom berbagai organism. NCBI gen bank dapat diakses melalui <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>.

### Analisis antiSMASH

Data genom setiap spesies yang didapatkan dari gen bank NCBI kemudian dimasukkan ke antiSMASH 8.0. Buka web antiSMASH fungal version <https://fungismash.secondarymetabolites.org/#!/start> kemudian masukkan no reference dari genom atau bisa juga berupa data fasta, GenBank, atau EMBL. Setelah itu akan dianalisis oleh antiSMASH, di bagian atas pengguna akan dimintai alamat email dimana nanti akan digunakan untuk mengirimkan hasil dari analisis. Hasilnya berupa gambaran region daerah gen dan prediksi BGC (Biosynthetic Gene Cluster) .

### Analisis Potensi Senyawa

Setelah diketahui BGC dari setiap spesies kemudian dicari potensi dari senyawa – senyawa tersebut. Pencarian potensi dilakukan dengan mencari data

melalui ChEMBL Database <https://www.ebi.ac.uk/chembl/> dan Google Scholar. Dari situ akan diketahui publikasi – publikasi potensi penggunaan senyawa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pencarian data Whole Genome

Setelah masuk ke NCBI didapati whole genome dari *Hanseniaspora opuntiae* dan terbagi menjadi beberapa contig. Data contig whole genome sequence dari *Hanseniaspora opuntiae* menggunakan Genome assembly HO020003 merupakan data terbaru yang disubmit pada Februari 2025. Accession number ukuran DNA dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. *Hanseniaspora opuntiae* genome assembly whole genome shotgun sequence**

Spesies	Contig	Accession number	Ukuran DNA
<i>Hanseniaspora opuntiae</i>	HOPC01	CATIUX010000001.1	1,917,413 bp
	HOPC02	CATIUX010000002.1	1,497,849 bp
	HOPC03	CATIUX010000003.1	1,321,529 bp
	HOPC04.1	CATIUX010000004.1	491,560 bp
	HOPC04.2	CATIUX010000005.1	1,138,661 bp
	HOPC05	CATIUX010000006.1	1,006,379 bp
	HOPC06	CATIUX010000007.1	967,477 bp
	HOPC07	CATIUX010000008.1	597,672 bp
	HOPCMIT	CATIUX010000009.1	25,575 bp

Sekuens yang didapat dari NCBI merupakan whole genome lengkap dari *Hanseniaspora opuntiae*.

### Analisis antiSMASH

antiSMASH secara langsung dapat menganalisa dari database yang ada atau pengguna menginput data ke dalam antiSMASH. Hasil yang didapat berupa region gen, BGC, similaritas BGC dengan suatu senyawa, dan lainnya. Hasil analysis antiSMASH dapat dilihat pada tabel 2

**Tabel 2. Jumlah Region dan BGC**

Spesies	Accession number	Jumlah Region	Tipe BGC
<i>Hanseniaspora opuntiae</i>	CATIUX010000001.1	2	fatty acid
	CATIUX010000002.1	1	Saccaride
	CATIUX010000003.1	1	terpene - precursore
	CATIUX010000004.1	1	Saccaride
	CATIUX010000005.1	2	lysine, terpene - precursore
	CATIUX010000006.1	1	terpene, fatty acid
	CATIUX010000007.1	2	terpene, terpene - precursore
	CATIUX010000008.1	0	-
	CATIUX010000009.1	0	-

Secara keseluruhan dari 9 contig BGC yang didapat yaitu fatty acid, saccaride, terpene, terpene – precursore, dan lysine.

### Analisis Potensi Senyawa

Potensi Metabolit *Hanseniaspora opuntiae* dari Salak Yeast Water Dianalisis Menggunakan antiSMASH

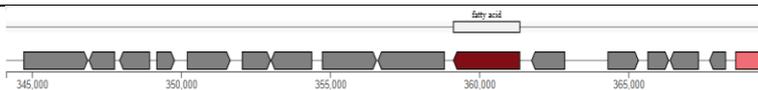
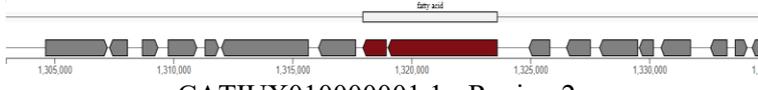
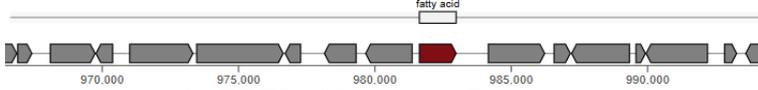
Pencarian potensi dari senyawa melalui ChEMBL dan Google Scholar dapat dilihat pada tabel 3.

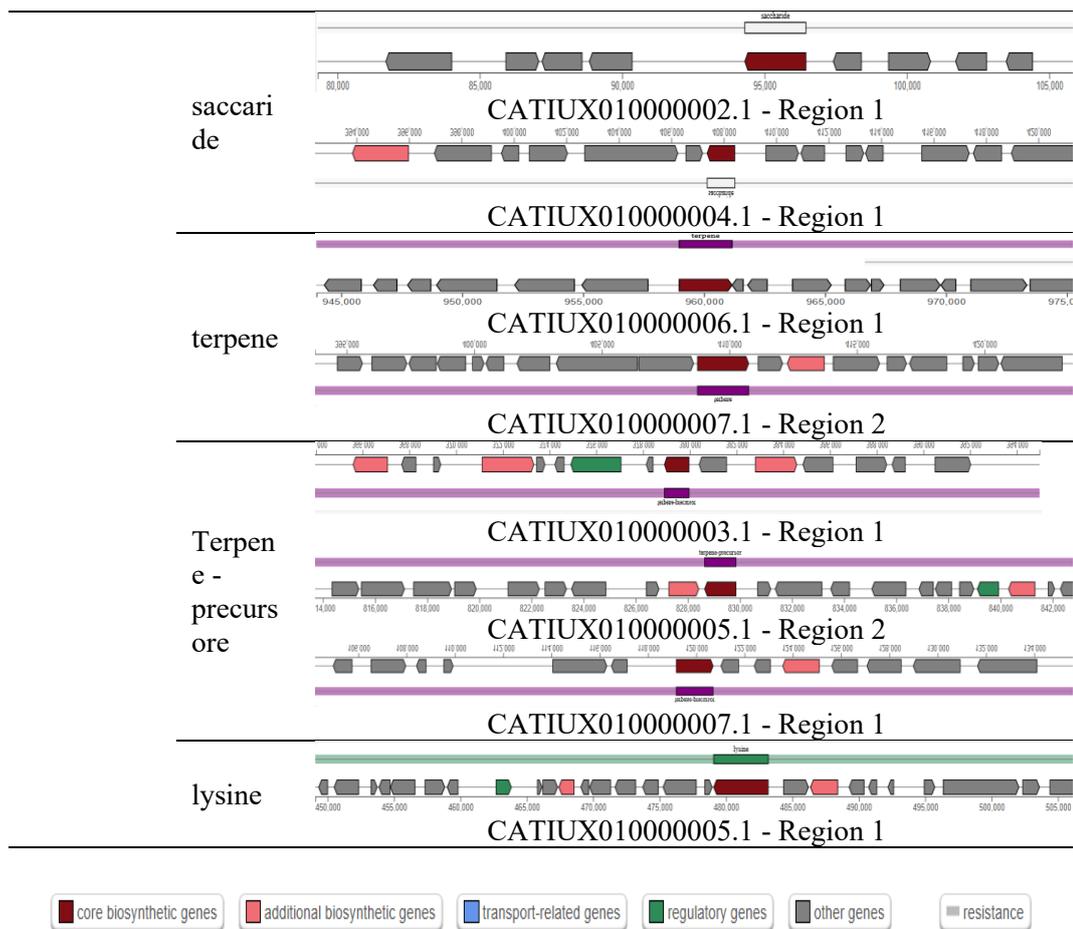
**Tabel 3. Potensi Senyawa**

Spesies	Tipe BGC	Potensi Senyawa	Referensi
<i>Hanseniaspora opuntiae</i>	Fatty acid	Asam lemak digunakan untuk banyak komponen di dalam sel, diantaranya bisa dijadikan sumber energi untuk sel sendiri dan digunakan sebagai komponen membran sel. Pada yeast asam lemak menjadi salah satu hasil metabolit primer. Saat ini yeast pun menjadi salah satu mikroorganisme yang sering direkayasa untuk memproduksi asam lemak tersaturasi dan tidak tersaturasi.	Tehlivets dkk, 2007 Uemura, 2012
	saccaride	Tidak hanya dapat memfermentasi sakarida, yeast juga dapat menghasilkan sakarida. Salah satu fungsinya yaitu sebagai komponen permukaan sel dalam bentuk oligosakarida.	Ruffing dan Chen, 2006
	terpene	Sebagai salah satu hasil dari metabolit sekunder dari mikrobial dan tanaman, biasanya terpen diproduksi dalam jumlah kecil. Kegunaannya dalam pengobatan dan sebagai bahan baku dalam industri membuat terpen perlu ditingkatkan hasilnya melalui rekayasa genetika mikrobial.	Zuang dan Chappel, 2015 Yang dkk, 2022
	Terpene - precursore	Secara natural selain terpen yeast juga dapat menghasilkan terpen – precursore. Hasil metabolit ini merupakan salah satu komponen esensial pada yeast untuk menghasilkan sterol, biosintesis ubiquinon dan dolichol.	Zuang dan Chappel, 2015 Bureau dkk, 2023
	lysine	Lysine dapat disintesis oleh yeast dan tipenya berbeda dengan yang ada pada jaringan mamalia.	Matthew 2020

Senyawa – senyawa pada tabel 3 memiliki struktur BGC dan yang ditampilkan dalam tabel 4.

**Tabel 4. Struktur Genetik BGC**

Spesies	Tipe BGC	Struktur Genetik BGC
<i>Hanseniaspora opuntiae</i>	Fatty acid	 <p>CATIUX010000001.1 - Region 1</p>
		 <p>CATIUX010000001.1 - Region 2</p>
		 <p>CATIUX010000006.1 - Region 1</p>



Berdasar hasil penelusuran yang dilakukan kelima metabolit hasil analisis antiSMASH pada *Hanseniaspora opuntiae* memiliki fungsi masing – masing. Asam lemak (fatty acid) dan sakarida (saccaride) merupakan salah satu komponen dari sel. Lipid berupa asam lemak merupakan salah satu peyusun (building blocks) dari sel membran pada mikroorganismenya. Dalam hal ini asam lemak memiliki peranan penting dan penunjang utama dalam pembentukan sel (De Carvalho dkk, 2018). Tidak hanya untuk mikroorganismenya sendiri asam lemak yang diproduksi dari yeast saat ini juga sedang diusahakan dapat dijadikan biofuels. Menurut Zhou dkk, (2016) saat ini yeast sedang berusaha untuk direkayasa contohnya pada *Saccharomyces cerevisiae* untuk dapat memproduksi asam lemak dalam jumlah besar. Sementara itu sakarida sendiri merupakan gula, pada mikroorganismenya sakarida juga penyusun dari sel. Meskipun yeast memecah gula untuk mendapatkan energi tetapi yeast juga membutuhkan sakarida yang digunakan sebagai bahan penyusun sel terutama pada bagian plasma membran (Cooper & Adams, 2022).

Terpen pada mikroorganismenya biasanya digunakan untuk sistem pertahanan diri sehingga terpen dihasilkan sebagai metabolit sekunder (Gershenzon dan Dudareva, 2007). Terpen maupun terpenoid sering diaplikasikan pada industri farmasi, nutrasetikal, biofuel, parfum, dan kimia sintesis. Pada industri farmasi misalnya terpenoid dapat dijadikan salah satu komponen dari obat dikarenakan terpenoid memiliki sifat antiinflamasi, antikoagulasi, antioksidasi, dan lain sebagainya. Dalam industri parfum terpenoid juga dapat dijadikan salah satu materi yang digunakan untuk aromaterapi (Tetali, 2018). Prekursor terpen (terpene precursore) adalah molekul yang berfungsi sebagai bahan penyusun untuk mensintesis terpen. Prekursor utama untuk semua terpen adalah geranyl

pyrophosphate (GPP). GPP terbentuk dari kondensasi dua prekursor yang lebih kecil, isopentenyl pyrophosphate (IPP) dan dimethylallyl pyrophosphate (DMAPP). Di sisi lain, terpen adalah golongan produk alami yang berasal dari GPP, dan memiliki rumus umum  $(C_5H_8)_n$  di mana  $n \geq 2$ , yang berarti terpen terbentuk dari unit isoprena yang berulang (Oldfield dan Lin, 2012)

Lysine adalah salah satu asam amino esensial yang tentu saja dibutuhkan oleh mikroorganisme. Lysine menjadi salah satu asam amino yang sering digunakan dalam industri kesehatan, farmasi, kosmetik, maupun pakan. Lysine dalam industri pakan digunakan sebagai bahan suplementasi, dalam industri kesehatan lysine sering digunakan sebagai substitusi bubuk protein (Pandey dkk, 2020)

Dari berbagai materi yang dihasilkan *Hanseniaspora opuntiae* dalam penggunaannya sebagai salak yeast water untuk pengembang roti lysine dan asam lemak memiliki peran yang baik untuk kualitas roti. Lysine yang ada pada roti akan berguna untuk manusia dikarenakan tubuh manusia tidak mampu membentuk lysine dalam jumlah banyak, saat ini bahkan dikembangkan roti yang difortifikasi dengan lysine (Meybodi dkk, 2019). Sementara itu asam lemak sendiri juga dapat difortifikasikan ke dalam produk roti tergantung dari entuk asam lemaknya karena memiliki manfaat pada kesehatan konsumen (Petrovna dkk, 2022). Sayangnya kita tidak bisa mengetahui jenis asam lemak yang dihasilkan oleh *Hanseniaspora opuntiae* jika hanya melalui analisis antiSMASH diperlukan penelitian lanjutan melalui wet lab untuk mengetahuinya. Terpen juga dapat menunjang keawetan roti dikarenakan terpen sendiri memiliki fungsi sebagai senyawa antagonis terhadap berbagai mikroorganisme (Gershenzon dan Dudareva, 2007).

Metabolit primer maupun metabolit sekunder dari yeast pada salak yeast water dapat terakumulasi pada roti karena kecenderungan waktu inkubasi fermentasi (proofing) yang cukup lama pada roti. Roti yang dihasilkan dari yeast water biasanya akan difermentasi selama 12 sampai 48 jam untuk mendapatkan struktur roti yang kokoh dan memiliki banyak lubang. Penelitian ini masih perlu dikembangkan dan diperjelas melalui analisis bioinformatika yang lain maupun wet lab, agar diketahui jenis senyawa yang tepat.

## KESIMPULAN

*Hanseniaspora opuntiae* salah satu isolat yang ada dalam salak yeast water sebagai pengembang roti melalui analisis antiSMASH menghasilkan senyawa metabolit sakarida, asam lemak, terpen, prekursor terpen, dan lysine. Dari masing – masing senyawa metabolit tersebut memiliki manfaat dalam kualitas roti. Dari data tersebut ke depannya isolat *Hanseniaspora opuntiae* dapat dikembangkan lebih lanjut untuk berbagai aplikasi dan salak yeast water dapat digunakan sebagai pengembang roti secara luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kusumawati, P., Tyas, D. W., Fitriana, F., & Kusumaningrum, H. (2023). Oleh-oleh makanan khas daerah istimewa yogyakarta sebagai daya tarik wisata gastronomi. *Pringgitan*, 4(2), 40–56.
- Blin, K., Shaw, S., Vader, L., Szenei, J., Reitz, Z. L., Augustijn, H. E., .& Weber, T. (2025). antiSMASH 8.0: extended gene cluster detection capabilities and analyses of chemistry, enzymology, and regulation. *Nucleic Acids Research*, 1-7. <https://doi.org/10.1093/nar/gkaf334>.
- Bureau, J. A., Oliva, M. E., Dong, Y., & Ignea, C. (2023). Engineering yeast for

- the production of plant terpenoids using synthetic biology approaches. *Natural product reports*, 40(12), 1822-1848. <https://doi.org/10.1039/D3NP00005B>
- Cooper, G. M., & Adams, K. (2022). *The cell: a molecular approach*. Oxford University Press.
- De Carvalho, C. C., & Caramujo, M. J. (2018). The various roles of fatty acids. *Molecules*, 23(10), 2583. <https://doi.org/10.3390/molecules23102583>
- Gershenzon, J., & Dudareva, N. (2007). The function of terpene natural products in the natural world. *Nature chemical biology*, 3(7), 408-414. <https://www.nature.com/articles/nchembio.2007.5>
- Indriani, P. (2021) Uji kemampuan isolat khamir endofit *Hanseniaspora opuntiae* dan *Candida akabanensis* hasil isolasi dari nira tebu sebagai pengembang roti. Skripsi. Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Malang. <http://etheses.uin-malang.ac.id/33208/>
- Khumaira, A., Annaziha, S., Baihaqi, M. A. A., Anindita, N. S., Bimantara, A., dan Probowati, W. (2024). Optimizing amount and identification of yeast in salak yeast water (*Salacca edulis* Reinw cv Pondoh). *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 11(1):20-32. <https://ejournal.brin.go.id/JBBI/article/view/3809>
- Meybodi, N. M., Mirmoghtadaie, L., Sheidaei, Z., & Mortazavian, A. M. (2019). Wheat bread: Potential approach to fortify its lysine content. *Current Nutrition & Food Science*, 15(7), 630-637. <https://doi.org/10.2174/1573401315666190228125241>
- Oldfield, E., & Lin, F. Y. (2012). Terpene biosynthesis: modularity rules. *Angewandte Chemie International Edition*, 51(5), 1124-1137. <https://doi.org/10.1002/anie.201103110>
- Pandey, A. K., Pandey, K., & Singh, L. K. (2020). *Microbial production and applications of L-lysine*. In *Innovations in Food Technology: Current Perspectives and Future Goals* (pp. 211-229). Singapore: Springer Singapore.
- Nurhidayat, O., Andayani, S. A., & Sulaksana, J. (2022). Analisis Usahatani Salak Organik dan Anorganik Analysis of Organic and Inorganic Zalacca Farming. *Journal Of Sustainable Agribusiness*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.31949/jsa.v1i1.2761>
- Ruffing, A., & Chen, R. R. (2006). Metabolic engineering of microbes for oligosaccharide and polysaccharide synthesis. *Microbial cell factories*, 5, 1-9. doi: 10.1186/1475-2859-5-25
- Sabarisman, I., Suyatma, N. E., Ahmad, U., & Taqi, F. M. (2015). Aplikasi Nanocoating Berbasis Pektin dan Nanopartikel ZnO untuk Mempertahankan Kesegaran Salak Pondoh. *Jurnal Mutu Pangan. Indonesian Journal of Food Quality*, 2(1), 50-56. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jmpi/article/view/27869>
- Tehlivets, O., Scheuringer, K., & Kohlwein, S. D. (2007). Fatty acid synthesis and elongation in yeast. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1771(3), 255-270. <https://doi.org/10.1016/j.bbailip.2006.07.004>
- Tetali, S. D. (2019). Terpenes and isoprenoids: a wealth of compounds for global use. *Planta*, 249, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-3056-x>
- Uemura, H. (2012). Synthesis and production of unsaturated and polyunsaturated fatty acids in yeast: current state and perspectives. *Applied Microbiology*

Potensi Metabolit *Hanseniaspora opuntiae* dari Salak Yeast Water Dianalisis Menggunakan antiSMASH

- and Biotechnology*, 95, 1-12. doi: 10.1007/s00253-012-4105-1
- Yang, L., Liu, H., Jin, Y., Liu, J., Deng, L., & Wang, F. (2022). Recent advances in multiple strategies for the synthesis of terpenes by engineered yeast. *Fermentation*, 8(11), 615. <https://doi.org/10.3390/fermentation8110615>
- Yasmina, Okta, A., Intan, K., Baiq, S.R., (2023). Pengaruh Penggunaan Ragi Alami “Sourdough Starter” Terhadap Pembuatan Roti Vegan-Plant-Based. *Seminar Nasional LPPM UMMAT*. 2(1), 1002-1008. <https://journal.ummat.ac.id/index.php/semnaslppm/article/view/14455>
- Zhou, Y. J., Buijs, N. A., Zhu, Z., Qin, J., Siewers, V., & Nielsen, J. (2016). Production of fatty acid-derived oleochemicals and biofuels by synthetic yeast cell factories. *Nature communications*, 7(1), 11709. <https://doi.org/10.1038/ncomms11709>