**PERAN KEJUT LISTRIK DAN TEMPERATUR SEBAGAI ELISITOR DALAM
MENINGKATKAN KANDUNGAN SENYAWA BIOAKTIF DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN PADA KEDELAI (*Glycine max*) : KAJIAN PUSTAKA**

***The Role of Electric Shock and Temperature as an Elicitors in Improving The
Content of Bioactive Compound and Antioxidant Activity in Soybean (*Glycine
max*) : Literature Review***

Megy Wida Fitria, Widya Dwi Rukmi Putri, Jaya Mahar Maligan*

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: maharajay@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia memiliki hasil panen komoditas pertanian yang melimpah salah satunya adalah kedelai. Kedelai biasa digunakan dalam pembuatan makanan seperti tempe, tahu, kecap dan lain-lain. Pada proses pembuatan makanan tersebut kedelai mengalami proses pemanasan yang dapat mengurangi kandungan senyawa bioaktif pada kedelai. Suatu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan senyawa bioaktif pada kedelai yaitu dengan elisitasi. Elisitasi adalah suatu metode yang memberikan kondisi tidak nyaman pada tanaman menggunakan media atau senyawa (elisitor) sehingga dapat membentuk metabolit sekunder yang berfungsi sebagai media pertahanan. Elisitor dapat berupa biotik (mikroorganisme, jamur dan herbivora) dan abiotik (ion logam berat, angin dan sinar UV). Elisitasi dalam beberapa penelitian dapat menggunakan kejut listrik dan temperatur sehingga kombinasi kejut listrik dan suhu diharapkan dapat berpotensi dalam peningkatan pembentukan metabolit sekunder. Mekanisme yang terjadi yaitu pemberian cekaman (lingkungan yang ekstrem) oleh kedua faktor tersebut akan memicu pembentukan gen-gen dan hormon yang dapat memicu terbentuknya metabolit sekunder sebagai pertahanan diri.

Kata Kunci: Kedelai, Elisitasi, Kejut Listrik, Temperatur

ABSTRACT

Indonesia has abundant harvest commodity one of which is soybean. Soybean is usually to make a food such as tempeh, tofu, soy sauce and others. Food making process with soybean has a drying with thermal that can decrease bioactive compound in soybean. One of way that can be done by elicitation. Elicitation is a method that can give an uncomfortable condition for plant using a medium or compound (elicitor) so that it can form secondary metabolite which function as a medium of self-defense. Elicitor is divided into two namely biotic (microorganism, fungi and herbivore) and abiotic (heavy metal ions, wind and UV light). Elicitation in several studies can use electric shock and temperature so it is expected

to have the potential to increase secondary metabolites. The mechanism that occurs is giving stress (extreme environment) by these two factors will trigger the formation of genes and hormones that can trigger the formation of secondary metabolites.

Keyword: Soybean, Elicitation, Electric shock, Temperature

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu komoditas pertanian dengan jumlah panen ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai memiliki berbagai macam kandungan senyawa bioaktif diantaranya isoflavon, total fenol dan senyawa flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan (Kim, 2006). Pada pembuatan makanan dengan bahan kedelai terdapat proses pemanasan yang dapat menurunkan senyawa bioaktif pada kedelai. Proses perebusan dapat menurunkan kandungan isoflavon pada kedelai sebesar 46 % (Simmone, 2000), total fenol berkurang sebesar 19,4 % dan kapasitas antioksidan sebesar 32,8 % (Preti, 2007).

Elisitasi adalah metode yang digunakan untuk membuat suatu kondisi tidak nyaman pada tanaman menggunakan elisitor sehingga akan memicu tanaman untuk menghasilkan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai pertahanan diri (Radman *et al.*, 2003). Elisitor merupakan suatu media yang menyebabkan kondisi tanaman mengalami cekaman (Radman *et al.*, 2003). Elisitor dibagi menjadi dua yaitu biotik yaitu mikroba patogen, jamur dan herbivora dan abiotik yaitu senyawa anorganik, sinar UV, suhu, ion logam berat (Namdeo, 2007). Salah satu metode elisitasi yang akan dilakukan yaitu menggunakan kejut listrik dengan kombinasi variasi suhu.

Kejut listrik merupakan suatu metode perlakuan pendahuluan secara non termal dengan pemberian listrik kepada bahan pada tegangan tertentu (Menesses, 2011). Pemberian kejut listrik diharapkan dapat memberikan kondisi yang mengancam kepada tanaman sehingga dapat membentuk metabolit sekunder. Penggunaan kejut listrik yang diberikan pada tegangan 1, 3 dan 5 kV dapat meningkatkan aktivitas pada buah beri sebesar 30 % (Bobinaite *et al.*, 2015). Suhu merupakan salah satu elisitor abiotik yang dapat menyebabkan keadaan yang tidak nyaman pada tanaman. Pada proses perebusan sayur terung dan wortel kandungan total fenol menurun sekitar 12 % sedangkan nilai aktivitas antioksidan mengalami kenaikan sekitar 20 % (Aisyah, 2014).

Kedelai

Kedelai merupakan salah satu tanaman yang memiliki bentuk polong-polongan yang menjadi bahan dasar berbagai macam makanan di Asia seperti tempe, tahu, kecap, tauco dan menjadi salah satu sumber minyak (Joe, 2011). Kedelai merupakan salah satu sumber protein yang banyak dikonsumsi (Atman, 2014). Selain sebagai sumber protein, kedelai memiliki kandungan senyawa bioaktif berupa total fenol, flavonoid dan senyawa bioaktif lainnya (Yusnawan, 2016).

Penggunaan kedelai pada penelitian ini yaitu menggunakan kedelai jenis anjasmoro. Kedelai anjasmoro merupakan jenis kedelai yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia untuk dijadikan bahan makanan seperti tahu dan tempe menurut penuturan dari

staff Balitkabi. Kedelai ini memiliki benih yang besar, toleran terhadap penyakit dan pada setiap 100 biji mengandung protein sekitar 41,8 - 42,1 % dan lemak sekitar 17,2 - 18,6 % (Litbang, 2013).

Elisitasi

Elisitasi merupakan suatu metode yang diharapkan dapat meningkatkan produksi metabolit sekunder dengan cara pemberian elisitor biotik atau abiotik pada tumbuhan yang dapat mengakibatkan keadaan lingkungan yang lebih ekstrem dan mengaktifkan pertahanan tanaman untuk menghasilkan metabolit sekunder (Radman *et al.*, 2003). Elisitor merupakan suatu media yang berfungsi dalam menciptakan suatu keadaan yang tidak nyaman pada tumbuhan sehingga dapat meningkatkan produksi metabolit sekunder pada tumbuhan (Angelova *et al.*, 2006).

Elisitor dapat memicu dalam mengaktifkan sinyal transduksi pada sistem sel karena dianggap sebagai molekul yang dapat mengakibatkan aktivasi dan ekspresi gen dalam pembentukan senyawa metabolit sekunder (Zhao *et al.*, 2005). Elisitor dibedakan menjadi dua jenis yaitu elisitor biotik yang berupa makhluk hidup seperti jamur, mikroba patogen, herbivora dan elisitor abiotik yang berupa benda mati seperti ion logam berat, sinar UV, suhu dan sebagainya (Radman *et al.*, 2003).

Penelitian tentang elisitasi telah dilakukan pada tanaman yang bertujuan untuk meningkatkan metabolit sekunder. Berdasarkan hasil penelitian Bou'e, (2008) menyatakan bahwa pelukaan pada ekstrak kedelai dapat mengakibatkan kenaikan aktivitas antioksidan, total fenolik dan flavonoid lebih tinggi daripada ekstrak kedelai yang tidak diberikan pelukaan. Berdasarkan penelitian Keng *et al.*, (2010) penggunaan elisitor tertentu dapat mempengaruhi produksi alkaloid dan biomassa sel dari *Eurycoma longifolia*.

Mekanisme Elisitasi

Pembentukan metabolit sekunder oleh elisitor memiliki tahapan seperti yang disajikan pada gambar (**Gambar 1.**). Elisitor yang berfungsi dalam memicu terbentuknya fitoaleksin akan membuat rangsangan terhadap reseptor yang terdapat pada permukaan sel yang akan menginduksi beberapa proses mekanisme pertahanan pada sel (Karla *et al.*, 2016). Proses induksi yang terjadi antara lain *pathogenesis-related (PR) proteins*, aktivasi NADPH oksidase dan memproduksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan *Reactive Nitrogen Species* (RNS), perubahan potensial reduksi pada sitoplasma dan peningkatan flux ion (pengeluaran Cl^- K^+ and pemasukan Ca^{2+}), aktivasi gen-gen yang berhubungan dengan pertahanan, aktivasi *mitogen-activated protein kinase* (MAPK), pelepasan hormon jasmonate untuk menghasilkan metabolisme sekunder (Karla *et al.*, 2016).

Metabolit sekunder akan terakumulasi dengan adanya produksi ROS dan RNS dari sel yang akan mengaktifkan MAPK dan hormon jasmonate sehingga memicu dan meregulasi faktor transkripsi gen didalam nukleus untuk mengekspresikan gen pembentuk metabolit sekunder (Baenas, 2014). Bahan yang digunakan dalam pembuatan metabolit sekunder berasal dari cadangan makanan pada kotiledon, seperti pati yang dirombak dahulu dengan enzim alfa-amilase dan beta-amilase menjadi glukosa (Yuliana A, 2003). Kemudian, ekspresi dari gen biosintesis untuk membentuk metabolit sekunder akan melepaskan hormon dan

enzim-enzim yakni bekerja merombak glukosa menjadi metabolit sekunder.

Gambar 1. Skema respon sel terhadap elisitasi (Karla *et al.*, 2016)

Kejut Listrik

Kejut listrik atau yang biasa disebut *Pulsed Electric Field* (PEF) merupakan salah satu metode perlakuan pendahuluan bahan dengan menggunakan kejutan listrik dengan intensitas tinggi tanpa dipengaruhi oleh panas yang akan dihantarkan oleh pulsa denyut pendek tegangan tinggi ke bahan diantara dua elektroda (Canovas dan Howard, 2001). PEF yang diberikan kepada dapat mengganggu kinerja membran sel yang berfungsi dalam pengaturan segala aktivitas di dalam sel termasuk transportasi mekanisme. Pada suspensi sel padat dan dalam jaringan biologis yang kompleks akan terjadi fenomena permeabilisasi yang diinduksi PEF berdasarkan sistem model (vesikel fosfolipid dan bilayer planar) serta pada tingkat sel tunggal (Mikroorganisme), (Canovas dan Howard, 2001). Pengaruh kejut listrik yang diberikan

Gambar 2. Mekanisme PEF (Balasa, 2012)

Pada saat tegangan diberikan muatan sel akan mengalami penarikan oleh kutub positif dan negatif. Kerusakan pada sel akan terjadi apabila energi yang diberikan oleh PEF lebih besar daripada energi yang dapat ditahan oleh sel sehingga muatan sel akan tertarik dan menyebabkan pembentukan pori-pori pada membran sel, semakin besar energi yang

diberikan maka pori-pori yang dihasilkan semakin besar dan menimbulkan kerusakan yang tidak dapat balik yang dapat menyebabkan isi sel keluar (Balasa, 2012).

Aplikasi Kejut Listrik

Kejut listrik memiliki berbagai macam aplikasi dalam dunia pangan. Berdasarkan permeabilisasi dari sel, kejut listrik dapat digunakan dalam berbagai macam aplikasi. Perbedaan permeabilitas pada tiap sel akan mempengaruhi besarnya tegangan yang digunakan (Vorobiev dan Lebovka, 2008). Aplikasi kejut listrik dapat digunakan untuk peningkatan nutrisi pada bahan pangan, ekstraksi dan keamanan pangan yang terdapat di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Aplikasi Kejut Listrik

Intensitas Pemrosesan	Intensitas Kejut Listrik (kV/cm)	Durasi Pulsa (μ s)	Permeabilitas Sel	Aplikasi
Rendah	0,1 - 1,5	1 - 400	Dapat balik (<i>reversible</i>)	Induksi sel dan nilai nutrisi
Sedang	0,5 - 3	1 - 400	Tidak dapat kembali (pada sel hewan dan umbuhan) (<i>reversible</i>)	Pengeringan, tekstur, ekstraksi
Tinggi	15 -40	1 - 400	Tidak dapat kembali (pada sel mikroorganisme)	Keamanan pangan

Pada bidang pangan, penelitian lebih ditekankan pada pengawetan pangan menggunakan kejut listrik yang dapat merusak sel mikroba dan tidak menggunakan panas sehingga tidak merusak nutrisi pada makanan (Toepfl, 2005). Peningkatan transfer biomassa (pengeringan, ekstraksi), aktivitas modifikasi untuk enzim dan sifat fungsional makanan disarankan menggunakan aplikasi kejut listrik dengan tegangan sedang (Lebovka *et al.*, 2005). Selain itu, aplikasi kejut listrik dapat diterapkan pada permeabilisasi membran yang dapat balik (*reversible*) yang mempengaruhi sistem biologis pada sel dan menginduksi reaksi stres dan tetap mempertahankan viabilitas sel (Moritz, 2009).

Pengaruh Suhu terhadap Senyawa Bioaktif

Aktivitas antioksidan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah suhu. Kenaikan dan penurunan suhu yang terjadi dapat mengubah mekanisme tindakan dari antioksidan (Yanishlieva, 2001). Reaksi tertentu pada antioksidan dapat dipengaruhi oleh suhu (reaksi yang dipengaruhi oleh suhu terutama reaksi dengan radikal lipid dibandingkan reaksi samping, dimana senyawa yang diuji tidak bertindak sebagai antioksidan atau bertindak sebagai pro-oksidan) (Marinova dan Yanishlieva, 2003). Elisitasi menggunakan suhu 40°C pada kecambah kacang-kacangan dapat meningkatkan total fenol sebesar 18 % dan asam askorbat sekitar 40 % (Swieca, 2014). Pemilihan metode ekstraksi

sangat penting dilakukan karena hasil ekstraksi akan mencerminkan tingkat keberhasilan metode tersebut. Aplikasi kejut listrik dan suhu pada proses elisitasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Aplikasi Kejut Listrik dan Suhu pada Elisitasi

No.	Judul	Perlakuan	Hasil
1	Pulsed Electric Field Induced Stress in Plant Systems (Balasa <i>et al</i> , 2014)	Penggunaan kejut listrik pada apel dengan tegangan <i>output</i> 2,4 kV, 5,6 kV, 9,6 kV dan 12 kV	Pada tegangan <i>output</i> 2,4 kV, 5,6 kV dan 9,6 kV sampel mengalami kenaikan total polifenol sedangkan pada tegangan 12 kV total polifenol mengalami penurunan
2	Elicitation with Abiotic Stresses improves Pro-Health Constituents, Antioxidant Potential and Nutritional Quality of Lentil Sprouts (Swieca <i>et al</i> , 2014)	Penggunaan suhu 4°C dan 40°C selama 1 jam	Pada suhu 4°C terjadi peningkatan total fenol sebanyak 8,5 % dan peningkatan sebesar 18,7 % pada suhu 40°C
3	Wound Induced Changes in Phenolic Metabolism and Tissue Browning are Altered by Heat Shock (Saltveit, 2000)	Penggunaan suhu 45°C selama 90 detik	Penggunaan suhu 45°C selama 90 detik dapat meningkatkan kandungan total fenol sekitar 10 %

SIMPULAN

Elisitasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi metabolit sekunder pada tanaman. Metode ini merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan dalam peningkatan senyawa bioaktif. Salah satu media yang digunakan dalam elisitasi menggunakan kondisi lingkungan yang ekstrem dan membuat tanaman menjadi tidak nyaman. Pada literatur ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam penggunaan kombinasi kejut listrik dan suhu untuk proses elisitasi yang diharapkan penggunaan kedua faktor tersebut dapat meningkatkan kandungan senyawa bioaktif pada tanaman. Elisitasi dengan kombinasi kejut listrik dan suhu diharapkan berpotensi dapat meningkatkan pembentukan senyawa metabolit sekunder. Mekanisme yang terjadi yaitu pemberian kedua faktor (kejut listrik dan temperatur) menyebabkan kondisi lingkungan mencekam bagi sehingga dapat memicu terbentuknya gen-gen dan hormon yang berperan dalam pembentukan metabolit sekunder sebagai pertahanan diri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah. 2014. Pengaruh Pemanasan Terhadap Aktivitas Antioksidan pada Beberapa Jenis Sayuran. Jtipi. v6i2. 2063
- Angelova, Z., S. Georgiev, and W. Roos. 2006. Elicitation of plants. *Biotechnol. Eq.* 20(2):72-83
- Atman. 2014. Produksi Kedelai; Strategi Meningkatkan Produksi Kedelai Melalui PTT. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Baenas *et al.*, 2014. Elicitation: a tool for enriching the bioactive composition of foods. *Molecules*. 2014 Sep 1;19(9):13541-63
- Balasa, *et al.*, 2014. Pulsed Electric Field Induced Stress in Plant Systems. Berlin: Technischen Universitat Berlin
- Bobinaite *et.al.* 2015. Application of pulsed electric field in the production of juice and extraction of bioactive compounds from blueberry fruits and their by-products. *J Food Sci Technol*. Sep; 52(9): 5898–5905
- Canovas, G. and H. Zhang. 2001. PEF in food processing. Lancaster
- Joe, Wulan. 2011. 101 Plus Plus Khasiat Kedelai. Yogyakarta: Andi Publisher. Kementrian Pertanian: Jakarta
- Karla, RE *et al.* 2016. Elicitation, an Effective Strategy for the Biotechnological Production of Bioactive High-Added Value Compounds in Plant Cell Factories. *Molecul*, 182
- Keng, C.L., W.A. Sze, and B. Arvind. 2010. Elicitation effect on cell biomass and production of alkaloids in cell suspension culture of the topical tree *Eurycoma longifolia*. *Journal of the Costa Rican Distance Education University* 2(2):239-244
- Kim E.H., Kim S.H., Chung J.I., Chi H.Y., Kim J.A., Chung I.M. 2006. Analysis of phenolic compounds and isoflavones in soybean seeds [*Glycine max* (L) Merrill] and sprouts grown under different conditions. *Eur. Food Res. Technol.*, 222, 201–208
- Lebovka, *et al.* 2005. Temperature enhanced electroporation under the pulsed electric treatment of food tissue. *Journal of Food Engineering*, 69(2), 177-184
- Litbang. 2013. Diakses dari <http://en.litbang.pertanian.go.id/news/one/287/> pada tanggal 24 Mei 2018. Departemen Penelitian dan Pengembangan
- Marinova, E.M. and Yanishlieva, N.V. 2003. Antioxidant Activity and Mechanism of Action of Some Phenolic Acids at Ambient and High Temperatures. *Food Chemistry*, 81, 189-197. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00411-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00411-9)
- Menesess, N., Jaeger, H., Knorr, D. 2011. pH-changes during pulsed electric field treatments—Numerical simulation and in situ impact on polyphenoloxidase inactivation. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* , 12 , 499–504
- Moritz, J. 2008. Differentiation of process parameters during PEF treatment regarding enzyme activity. Diplomarbeit thesis, Berlin, Technische Universität
- Namdeo, A.G. 2007. Review article: plant cell elicitation for production of secondary metabolites. *Pharmacognosy Reviews* 1(1):69-79.
- Preti, Raffaella. 2017. Effect of Steaming and Boiling on the Antioxidant Properties and Biogenic Amines Content in Green Bean (*Phaseolus vulgaris*) Varieties of Different Colours. Rome: Sapienza University of Rome

- Radman, R., T. Saez, C. Bucke, and T. Keshavarz. 2003. Elicitation of plant and microbial systems. *Biotechnol. Appl. Biochem.* 37:91-102
- Simonne, A. H., Smith, M., Weaver, D. B., Vail, T., Barnes, S., & Wei, C. I. (2000). Retention and changes of soy isoflavones and carotenoids in immature soybean seeds (Edamame) during processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 6061-6069
- Swieca *et al.* 2014. Antioxidant Potential of Fresh and Stored Lentil Sprouts Affected by Elicitation with Temperature Stresses. *International Journal of Food Science and Technology* Vol. 49:, Issue, 8
- Toepfl *et al.* 2005. Overview of Pulsed Electric Field Processing for Food. In D.-W. Sun. *Emerging Technologies for Food Processing* (pp. 69-97). Elsevier, Oxford
- Vorobiev, E. and Lebovka, N. 2008. Pulsed-electric-fields-induced effects in plant tissues: fundamental aspects and perspectives of applications. In E. Vorobiev & N. Lebovka. *Electrotechnologies for extraction from food plants and biomaterials* (pp. 39-81). Springer, New York
- Yanishlieva N.V. (2001): Inhibiting oxidation. In: Pokorny J., Yanishlieva N.V., Gordon H. (eds): *Antioxidants in Food – Practical Applications*. Woodhead Publishing, Cambridge: 22–70
- Yuliana, Anna. 2003. Pengaruh Penambahan Polisakarida Sebagai Elisitor Untuk Produksi Antioksidan Selama Selama Germinasi Biji Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*) dan Kedelai Hitam (*Glycine max*). Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB: Bogor
- Yusnawan, E. 2016. The diversity of secondary metabolites in Indonesian soybean genotypes. Malang: Balitkabi
- Zhao, W. 2007. Combined Effects of Heat and PEF on Microbial Inactivation and Quality of Liquid Egg Whites. *International Journal of Food Engineering* 3(4) · January 2007