

# Trend Teknologi Microwave pada Industri Pertanian

Oleh :

**Muhammad Ikhsan Sulaiman**

## RINGKASAN

Tren penggunaan microwave semakin meningkat dan berpotensi untuk diaplikasi pada industri pangan pertanian. Teknologi microwave menjadi unggul karena kemampuannya untuk membangkitkan panas dengan sangat cepat dan efisien. Berbeda dengan pemanasan konvensional, microwave membangkitkan panas dari dalam produk itu sendiri sehingga cocok digunakan dalam teknologi pengeringan, pasteurisasi atau sterilisasi dan pada produk pertanian dalam proses fumigasi menggantikan fumigasi kimiawi. Biaya aplikasi teknologi microwave pun cukup bersaing jika dibandingkan teknologi konvensional.

## I. PENDAHULUAN

**B**rend penggunaan microwave terutama di restoran siap saji dan rumah-rumah tangga modern semakin meningkat dalam sepuluh tahun terakhir. Microwave digemari karena kemampuannya untuk memanaskan makanan dengan cepat. Kemampuan ini menyebabkan microwave digunakan secara luas pada berbagai aplikasi, tidak hanya pada industri pangan dan pertanian, tetapi juga pada industri pengeringan, kertas, tekstil, dan sebagainya. Penelitian tentang pemanfaatan microwave pada berbagai aplikasi pun semakin banyak dilakukan terutama pada sepuluh tahun terakhir. Pada bidang kedokteran aplikasi microwave sudah lebih maju seperti pada aplikasi panas untuk fisiotherapy, dan lain-lain.

## II. TEKNOLOGI MIKROWAVE

Mikrowave sebenarnya bukanlah teknologi baru, tetapi aplikasinya baru ditemukan untuk pemanfaatan selain radio. Microwave adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi antara 300 MHz hingga 300 GHz dan panjang gelombang antara 1 mm hingga 1 m (Datta dan Anantheswaran, 2001). Frekuensi dan panjang gelombang yang digunakan

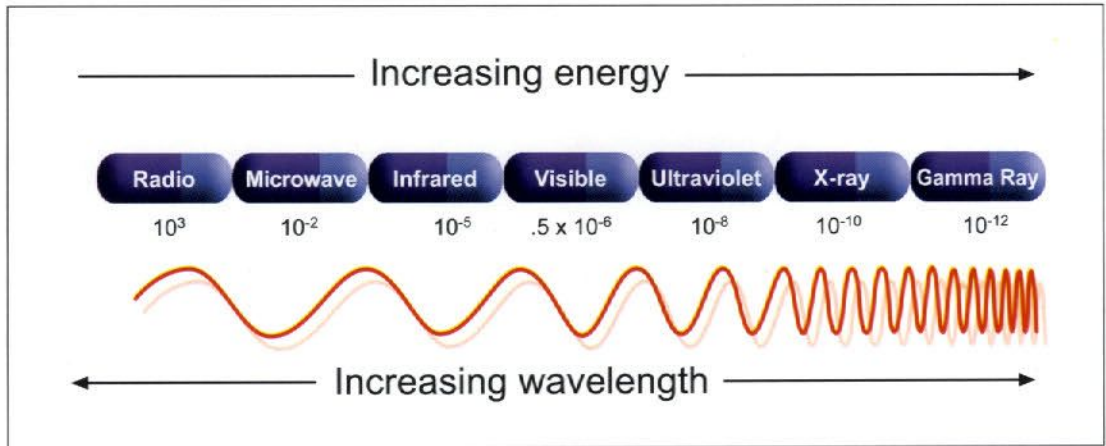
mikrowave sama dengan yang digunakan oleh gelombang radio pada umumnya. Untuk mencegah interferensi dengan radio dan televisi maka microwave untuk tujuan pengolahan atau pemanasan menggunakan frekuensi 915 atau 2450 MHz (IFT, 1989).

Radiasi microwave sering juga disebut sebagai radiasi non-ionik untuk membedakannya dengan radiasi seperti sinar X atau sinar gamma yang merupakan radiasi ionik. Radiasi ionik menyebabkan pemisahan atom atau molekul dengan muatan listriknya. Sementara, radiasi microwave hanya menyebabkan getaran dan gesekan antar ion atau molekul yang menyebabkan timbulnya panas.

Gelombang elektromagnetik jika ditembakkan atau diradiasikan ke arah suatu material, maka material tersebut akan menyerap energi dan mengkonversinya menjadi panas. Microwave menyebabkan polarisasi ion dan rotasi molekul dipole yang akan menimbulkan gesekan antar molekul sehingga menimbulkan panas dalam waktu yang sangat cepat (Rosenberg dan Bogl, 1987). Akibatnya, panas dibangkitkan dari dalam material itu sendiri. Kenaikan temperatur

hingga 100oC dapat dicapai dalam hitungan detik yang kecepatannya tergantung pada daya yang diberikan. Berbeda dengan pemanasan microwave, pada pemanasan konvensional, panas ditransfer dari sumber panas yang berada di luar bahan melalui proses konveksi, konduksi atau radiasi.

penggunaan piring rotasi pada microwave rumah tangga. Pada skala industri berdasarkan penelitian Irfan (1999), pemerataan distribusi panas dapat ditingkatkan dengan menyemprotkan kabut air ke dalam ruang microwave yang dikombinasikan dengan conveyor berjalan.



**Gambar 1.** Spektrum gelombang elektromagnetik

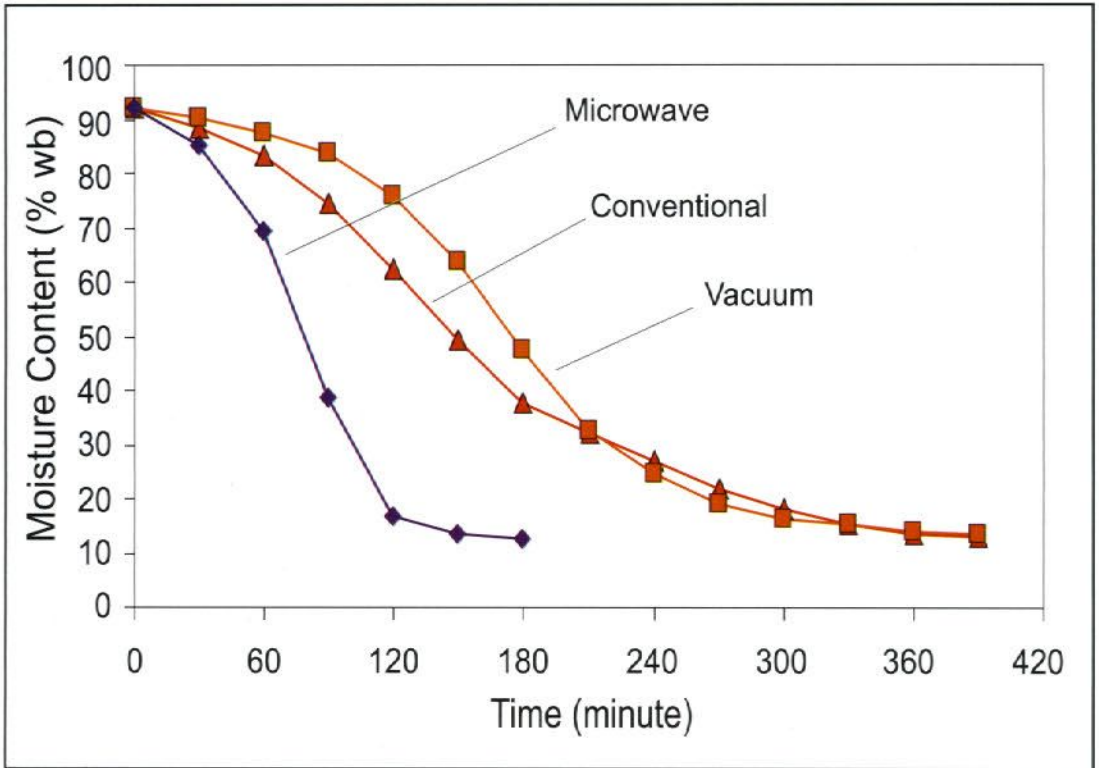
Penyerapan energi elektromagnetik oleh satu material sangat tergantung pada loss factor dielektris. Loss faktor dielektris tergantung pada komposisi kimiawi bahan dan komponen-komponen yang dipengaruhi oleh gelombang microwave. Semakin tinggi kadar air material, semakin tinggi pula loss factor material tersebut dan semakin cepat pula panas yang ditimbulkan. Larutan seperti gula dan garam yang merupakan molekul dipole mempengaruhi loss factor suatu bahan. Pada suatu percobaan, penambahan garam ke dalam air mempengaruhi karakteristik pemanasan microwave kepada dua sisi yang berbeda. Pada satu sisi, garam meningkatkan loss factor yang menyebabkan panas dapat meningkat lebih cepat. Di sisi lain, garam mengurangi daya penetrasi gelombang microwave. Kurangnya daya penetrasi sekaligus merupakan kelemahan dari microwave.

Kelemahan lain dari teknologi microwave adalah distribusi panas yang tidak merata. Kelemahan ini dapat diatasi misalnya dengan

### III. APLIKASI PADA INDUSTRI PANGAN DAN PERTANIAN

Kemampuan untuk menghasilkan panas yang sangat cepat berpotensi untuk menghemat energi, karena panas yang dihasilkan langsung dari dalam bahan tanpa perlu pemanasan lingkungan di luar material. Fenomena ini dianggap sebagai keuntungan dari penggunaan teknologi microwave dan telah dilaporkan oleh banyak peneliti (Yoshida dan Takagi, 1997; Májetic dan Hicks, 1995; Schubert et al., 1991). Pada pengolahan pangan atau hasil pertanian, kemampuan untuk membangkitkan panas dalam waktu singkat adalah sangat penting karena dapat menekan kerusakan pada permukaan bahan, inaktivasi enzim dan meminimalisasi kerusakan kandungan gizi (Fellow, 1990). Kemampuan ini menyebabkan microwave mulai dilirik untuk berbagai proses pengolahan bahan pangan dan pertanian.

Aplikasi microwave pada pengeringan produk pertanian sudah banyak diteliti. Problem utama dalam pengeringan adalah penyusutan



**Gambar 2.** Perbandingan kecepatan pengeringan dengan menggunakan microwave dan metode pengeringan konvensional

ukuran dan perubahan bentuk akibat kerusakan sel tanaman yang kehilangan air. Disamping itu, pengeringan menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan pada warna, tekstur, flavour dan kualitas nutrisi bahan pangan. Mikrowave memiliki kemampuan untuk mengeringkan bahan dengan cepat (Gambar 2). Baysal et al (2003) membandingkan pengeringan bawang putih dan wortel dengan menggunakan mikrowave, infrared dan konvensional. Hasilnya menunjukkan bahwa mikrowave meningkatkan kecepatan pengeringan dan memberikan kualitas yang lebih baik pada warna dan flavor produk. Pengeringan strawberry dengan mikrowave vakum mampu melindungi komponen aroma dan flavor serta warna dari kerusakan (Krulis et al., 2005). Sementara, Campana et al (1986) meneliti pengeringan biji gandum dengan menggunakan mikrowave. Mikrowave dapat digunakan dalam pengeringan biji gandum tanpa menyebabkan penurunan kualitas jika pengeringan dilakukan pada suhu antara 60

- 65 C. Selanjutnya MacArthur dan D'apponia (1981) melaporkan bahwa terjadi peningkatan kualitas selama penyimpanan hingga 6 bulan pada tepung gandum yang diberi pemanasan singkat pada daya 625 W selama 480 detik.

Kemampuan mikrowave untuk membangkitkan panas secara cepat terutama pada material yang memiliki loss faktor yang tinggi menyebabkan mikrowave mulai digunakan untuk melakukan disinfeksi produk pertanian dan pangan serta sebagai alternatif fumigant pengganti penggunaan methyl bromide dan phosphine. Disinfestasi merupakan persyaratan dalam perdagangan lintas negara untuk mencegah penyebaran non native arthropod pest. Serangga, pupa atau larva memiliki loss faktor yang lebih besar dibanding produk biji-bijian seperti beras, gandum, jagung, dan lainnya, yang disimpan dengan kadar air yang rendah (Lagunas-Solar et al, 2006). Akibatnya, radiasi mikrowave menyebabkan peningkatan suhu yang lebih cepat dan tinggi pada serangga dibandingkan

biji-bijian. Radiasi singkat microwave dapat membunuh serangga tanpa atau dengan sedikit efek pada kualitas biji.

Percobaan Lagunas-Solar et al (2006) dilakukan pada beras yang diinfestasi dengan serangga jenis ngengat Angoumois yang larva dan pupanya terdapat di dalam beras tersebut. Telur serangga tidak mati dengan fumigasi yang tidak efektif dan akan berkembang beberapa waktu setelah fumigasi. Aplikasi panas dengan microwave dilakukan pada suhu biji antara 35 - 70 C dengan daya sebesar 100 W dan 385 kHz selama 5 menit. Setelah pemanasan, biji disimpan hingga 100 hari. Hasilnya, ngengat dapat dikontrol pada temperatur pemanasan 50 - 70 C tanpa merusak kualitas beras.

Sementara telur serangga akan pecah karena pemanasan microwave akan memanaskan isi telur dengan cepat. Uap air akan terbentuk dan volume telur akan membesar hingga pada satu saat akan pecah. Hal yang sama akan diperoleh jika kita memanaskan telur ayam dengan menggunakan microwave rumah tangga.

#### IV. BIAYA APLIKASI MIKROWAVE

Banyak industriawan berpikir bahwa aplikasi microwave membutuhkan investasi dan biaya produksi yang tinggi, mengingat microwave menggunakan energi yang tinggi. Namun demikian, waktu aplikasi yang sangat

singkat menyebabkan biaya operasional tidak terlalu mahal. Aplikasi microwave secara kontinu dan menggunakan conveyor atau ban berjalan dapat menekan biaya produksi. Disamping itu, panas yang ditimbulkan langsung ke dalam material, sehingga kehilangan panas atau energi ke lingkungan sekitar dapat dihindari, meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Dibandingkan dengan aplikasi panas metode konvensional, biaya aplikasi microwave cukup kompetitif.

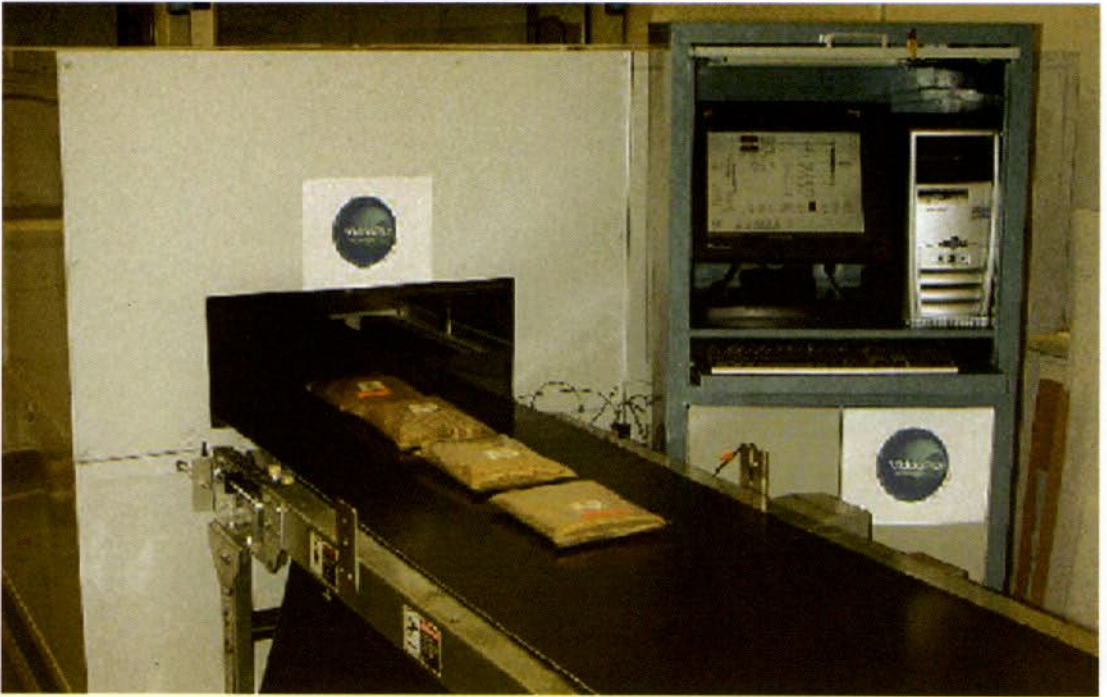
Lagunas-Solar et al (2006) telah menghitung biaya aplikasi microwave untuk disinfestasi beberapa komoditi yang ditampilkan pada Tabel 1. Kebanyakan biaya dikeluarkan untuk membayar energi listrik dengan alat skala laboratorium. Biaya yang dikeluarkan untuk sterilisasi jus buah dan susu dengan menggunakan microwave sistem kontinu hanya Rp. 60,- per liter. Perhitungan dilakukan berdasarkan nilai tukar 1 US\$ sama dengan Rp. 10.000,-. Biaya operasional untuk sterilisasi makanan siap saji hanya Rp. 74,- per kg. Sementara untuk fumigasi beras atau biji-bijian, biaya yang dibutuhkan adalah Rp. 22.000,- per ton. Biaya operasional untuk disinfeksi limbah dengan kecepatan 1 ton per jam hanya Rp. 60.000 per ton. Penggunaan microwave dinilai cukup kompetitif baik dari segi harga maupun dari kualitas produk yang diperoleh.

**Tabel 1.** Analisa ekonomi aplikasi microwave pada berbagai komoditi\*

Komoditas	Analisa ekonomi	
	Daya (kW)	Biaya (Rp/kg)**
Produk segar	48,1	54
Produk pangan olahan	66,7	74
Jus buah-buahan	61,7	69
Susu segar cair	60,2	67
Beras	22,2	25
Biji-bijian	22,7	25
Air limbah	60,2	67
Tepung ikan	32,4	36

\* Lagunas-Solar et al (2006)

\*\* Biaya dihitung berdasarkan harga listrik di USA US\$ 0,10/kWh



**Gambar 3.** Mikrowave untuk pengeringan produk pertanian skala pilot (Lagunas-Solar, 2006)

## V. PENUTUP

Mikrowave adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi 300 MHz hingga 300 GHz dan panjang gelombang 1 mm hingga 1 m. Penggunaan radiasi mikrowave dalam industri pangan semakin meningkat beberapa tahun terakhir ini karena kemampuan untuk membangkitkan panas secara sangat cepat dan efisien. Berbeda dengan pemanasan konvensional, mikrowave membangkitkan panas dari dalam produk itu sendiri sehingga berpotensi untuk digunakan dalam teknologi pengeringan, pasteurisasi atau sterilisasi dan pada produk pertanian dalam proses fumigasi menggantikan fumigasi kimiawi. Biaya aplikasi teknologi mikrowave pun cukup bersaing jika dibandingkan teknologi konvensional.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baysal, T., F. Icier, S. Ersus, and H. Yildiz. 2003. Effects of microwave and infrared drying on the quality of carrot and garlic. *Eur Food Res Technol* 218:68 - 73.
- Campana, L.E., M.E. Sempe and R.R. Figueira. 1986. Effect of microwave energy on drying wheat. *Cereal Chem* 63(3):271 - 273.
- Datta, A.K. and R.C. Anantheswaran. 2001. *Hand book of microwave technology for food applications*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Fellow, P. 1990. *Food Processing Technology*. Ellis Horwood Ltd., West Sussex.
- IFT (Institute of Food Technology). 1989. *Microwave food processing. A scientific status summary by the IFT expert panel on food safety and nutrition*. *Food Technol* 43(1):117 - 126.
- Irfan. 1999. Einfluß einer Mikrowellenbehandlung auf die Verarbeitungseigenschaften und die Lagerfähigkeit von Rapssaaten und -ölen. Cuvillier Verlag, Goettingen.
- Krulis, M., S. Kuehnert, M. Leiker and H. Rohm. 2005. Influence of energy input and initial moisture on physical properties of microwave-vacuum dried strawberries. *Eur Food Res Technol* 221:803 - 808.
- Lagunas-Solar, M.C., N.X. Zeng, T.K. Essert, T.D.

- 
- Truong and C. Pina U. 2006. Radiofrequency power disinfects and disinfest food, soils and wastewater. *California Agriculture* 60(4): 192 - 199.
- MacArthur, L.A. and B.L. D'apponia. 1981. Effects of microwave radiation and storage on hard red spring wheat flour. *Cereal Chem* 58(1): 53 - 56.
- Majetich, G. dan R. Hicks. 1995. The use of microwave heating to promote organic reactions. *J Microwave Power & Electromagn. Energy* 30 (1): 27 - 45.
- Rosenberg, U. dan W. Bogl. 1987. Microwave thawing, drying and baking in the food industry. *Food Technol.*: 85 - 91.
- Schubert, H., M. Gruneberg dan E. Walz. Erwaermung von Lebensmittlen durch Mikrowellen: Grundlagen, Messtechnik, Besonderheiten. *ZFL* 42 (4):14 - 21.
- Yoshida, H. dan S. Takagi. 1997. Microwave roasting and positional distribution of fatty acids of phospholipids in soybean (*Glycine max L*) at different moisture contents. *JAOCS* 2: 117 - 124.

**BIODATA PENULIS :**

**Muhammad Ikhwan Sulaiman** adalah seorang dosen di Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Ketua Laboratorium Analisis Kimia Jurusan THP Unsyiah, Ketua Satuan Penjaminan Mutu Fakultas Pertanian Unsyiah, dan Direktur LSM Forum Hijau. Beliau menyelesaikan pendidikan S1 tahun 1993 di bidang Teknologi Industri Pertanian IPB Bogor, S2 tahun 2000 di bidang Ilmu Pertanian Tropis di Universitas Goettingen, Jerman, dan S3 tahun 2005 di bidang kualitas produk pertanian di Universitas Goettingen, Jerman.