

## Teknologi Microwave untuk Disinfestasi Beras

M.I. Sulaiman<sup>a</sup>, Irfan<sup>a</sup>, I.I. Widaiska<sup>a</sup>, Alfizar<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh, Indonesia

<sup>b</sup>Jurusan Agroteknologi Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh, Indonesia

Naskah diterima : 01 Nopember 2011

Revisi Pertama : 05 Desember 2011

Revisi Terakhir : 09 Januari 2012

### ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk melakukan disinfestasi kutu beras *Sitophilus oryzae* dengan teknik irradiasi microwave sistem *batch*. Beras diinfestasi dengan 10 ekor *S. oryzae* dan diaduk secara merata dengan ketebalan tumpukan beras antara 1–4 cm dan diradiasikan dengan gelombang microwave dengan daya antara 120–800 Watt selama 30 hingga 1200 detik. Kondisi optimum tercapai pada aplikasi microwave dengan menggunakan daya listrik 240 Watt selama 60 detik pada beras dengan ketebalan 1 cm. Pada kondisi ini, suhu beras selama aplikasi akan naik mencapai 60,5°C serta kadar air turun sebesar 3 persen. Energi yang dibutuhkan adalah 26,7 kWh per ton dengan biaya tenaga listrik saja sebesar 24.430 Rupiah per ton. Teknologi microwave disimpulkan berpotensi untuk menggantikan fumigasi untuk disinfestasi beras karena disamping ekonomis juga tidak meninggalkan residu kimia serta ramah lingkungan.

kata kunci : beras, *Sitophilus oryzae*, disinfestasi, microwave, elektromagnetik, phytosanitasi, fumigasi

### ABSTRACT

*This study investigates the application of microwave irradiation for batch disinfestation of rice weevil *Sitophilus oryzae*. Rice was infested artificially with ten rice weevils for each treatment. The infested rice was placed in the microwave oven with a thickness varied from 1 to 4 cm. The rice was irradiated with microwave with a power varied from 120 to 800 Watt for 30 to 1200 seconds. An optimum condition for rice disinfestation was achieved when microwave was applied using a power of 240 Watt for 60 seconds to a bulk of rice with 1 cm thickness. In this condition, the temperature of rice during the application increased up to 60.5°C and the moisture decreased up to 3 percent. Total energy needed for this application was 26.7 kWh per ton. This is similar to an energy cost of about 24,430 Indonesian Rupiah per ton. Microwave technology is concluded to be potential to replace conventional fumigation technology for rice disinfestation because this technology is economically feasible, free from chemical residue in the rice and environmentally friendly.*

*keywords : rice, *Sitophilus oryzae*, disinfestation, microwave, electromagnetic, phytosanitary, fumigation*

---

## I. PENDAHULUAN

Phyosanitasi produk-produk pertanian, termasuk beras ditujukan untuk mengontrol serangan dan penyebaran hama gudang selama dalam rantai produksi dan pemasaran terutama kalau harus dilakukan pada perdagangan antar daerah atau negara. Teknik phyosanitasi konvensional selama ini menggunakan pestisida berbasis gas beracun yang prosesnya dinamakan fumigasi. Fumigan yang umum digunakan yaitu insektisida dari golongan Metil Bromida (MeBr), Hidrogen Fosfida dan Sulfuril Fluorida. Walaupun senyawa tersebut dapat terdegradasi namun residu tetap terdeteksi pada produk yang difumigasi. Kandungan residu tergantung pada konsentrasi dan waktu aplikasi, kadar air produk, kelembaban dan temperatur lingkungan (Van Someren Graven, 2004). *Codex alimentarius* menetapkan maksimum residu pada produk biji-bijian termasuk beras sebesar 0,1 mg/kg untuk Hidrogen Fosfida dan Sulfuril Fluorida, serta 0,01 mg/kg untuk MeBr sebagai batas aman untuk dikonsumsi. Disamping bersifat racun (*toxic*) dan karsinogenik, MeBr merupakan senyawa kimia merusak lapisan ozon kelas satu, dan salah satu penyebab perubahan iklim global. Fosfin berbahaya bagi lingkungan dan bersifat mudah terbakar/meledak. Pada masa mendatang, penggunaan bahan-bahan beracun dan penyebab perubahan iklim global cenderung akan semakin dibatasi. Beberapa negara bahkan sudah melarang penggunaan MeBr dan berdasarkan Protokol Montreal penggunaan MeBr hanya diizinkan hingga tahun 2014. Oleh karena itu, alternatif teknologi pengendalian hama gudang harus menjadi prioritas penelitian pada masa mendatang.

Disamping fumigasi kimiawi, metode lain untuk disinfestasi menurut Smith and Dilday (2003) adalah dengan manipulasi temperatur (dingin atau panas), kontrol atmosfer dan irradiasi nuklir. Temperatur optimal bagi perkembangbiakan serangga adalah antara 25 dan 33°C. Pada suhu dibawah 12°C atau

di atas 35°C, kebanyakan serangga akan mati. Kelembaban juga mempengaruhi perkembangan serangga. Kontrol atmosfer dilakukan dengan mengurangi konsentrasi oksigen yang tersedia bagi serangga di dalam ruang penyimpanan atau kemasan. Namun begitu pada kedua teknik disinfestasi ini, peluang reinfestasi sangat besar karena telur dan pupa tidak mati dan dapat berkembang menjadi serangga pada saat temperatur normal kembali. Sementara teknologi radiasi nuklir masih belum dipercaya jaminan keamanan pangannya oleh konsumen. Smith dan Dilday (2003) menyimpulkan bahwa belum ada teknologi disinfestasi biji-bijian yang memuaskan dan ekonomis untuk menggantikan fumigasi kimiawi.

Sementara itu, gelombang mikro (mikrowave) berpeluang menggantikan teknik fumigasi konvensional yang berbasis pada insektisida kimia berdasarkan hasil *review* Wang dan Tang (2004). Mikrowave adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi antara 300 MHz dan 300 GHz dengan panjang gelombang antara 1 mm dan 1 m (Datta dan Anantheswaran, 2001). Mikrowave komersial dioperasikan pada frekuensi tertentu yaitu pada 915 atau 2450 MHz untuk mencegah interferensi dengan gelombang radio dan televisi (IFT, 1989). Radiasi mikrowave mampu membangkitkan panas dengan cepat melalui polarisasi ion dan rotasi dipolar pada benda-benda yang menyerap gelombang elektromagnetik seperti air, lemak dan ion bebas yang menyebabkan getaran dan gesekan antar ion dan molekul. Gesekan dan getaran antar molekul dan ion tersebut menimbulkan panas dari dalam bahan itu sendiri kemudian panas akan berpindah secara konveksi atau konduksi ke bagian lain di dalam bahan atau ke bahan lain yang temperaturnya lebih rendah. Besarnya panas yang dibangkitkan tergantung pada karakteristik sumber energi dan sifat dielektrik bahan. Sementara pada proses pemanasan konvensional, sumber panas berada di luar

---

bahan dan ditransfer ke dalam bahan secara konduksi, konveksi atau radiasi sehingga menjadi tidak efisien karena banyak panas yang hilang dan proses yang lebih lambat.

Teknologi microwave semakin populer diaplikasikan pada industri pangan dan pertanian dalam dua puluh tahun terakhir karena kemampuannya untuk menghasilkan panas dengan cepat. Pada pengolahan pangan dan hasil pertanian, teknik pemanasan cepat adalah sangat penting karena dapat menekan kerusakan pada permukaan bahan, inaktivasi enzim dan meminimalisasi kerusakan kandungan gizi (Fellow, 1990).

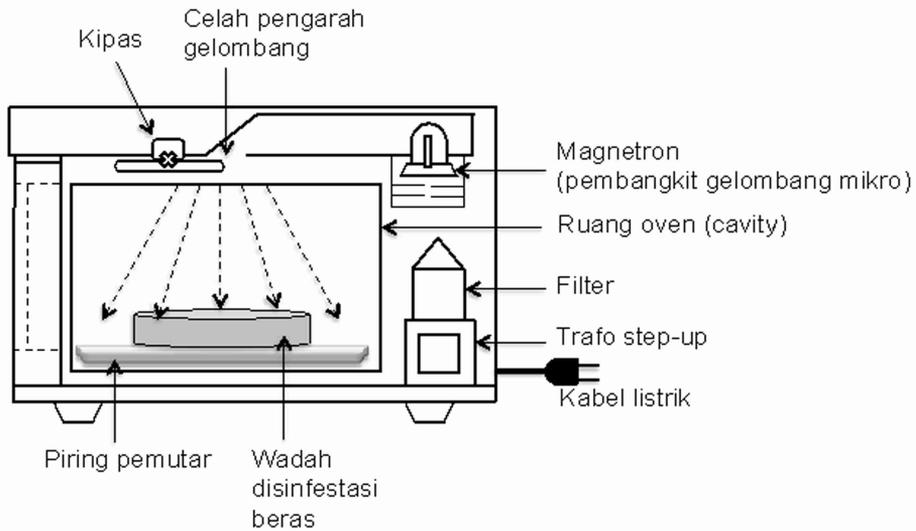
Mitcham, dkk., (2004) melaporkan penggunaan teknologi frekuensi radio (*radio frequency*) seperti microwave untuk mengontrol hama kacang kenari (*walnut*) sebagai pengganti bahan fumigan MeBr. Pemanasan pada suhu 55°C telah berhasil membunuh cacing oranye (*Amyelois transitella* [Walker]) dan ngengat (*Cydia pomonella* [L] dan *Plodia interpunctella* [Huebner]) secara total (100 persen) tanpa penurunan kualitas. Sementara penurunan kualitas telah dilaporkan oleh Mac Arthur dan D'Appolonia (1981) yang melakukan percobaan pada gandum yang diradiasi microwave (625 W) selama lebih dari 240 detik tetapi pada saat yang sama pemanasan microwave dapat memperbaiki daya simpan gandum karena inaktivasi enzim akibat proses pemanasan. Hasil penelitian List dkk. (1990) pada kacang kedelai dan Irfan (1999) pada biji *Brassica napus* (*rape seeds*) menunjukkan bahwa pemanasan dengan microwave selama 8 – 10 menit dapat menurunkan atau bahkan menghentikan aktivitas enzim sehingga berpengaruh positif bagi kualitas selama penyimpanan.

Salah satu hama yang paling sering menyerang komoditi beras selama penyimpanan adalah dari golongan Coleoptera yaitu *Sitophilus oryzae* (BULOG, 2006). Penelitian ini mengkaji penggunaan microwave untuk phytosanitasi hama beras terutama *S. oryzae* menggunakan teknologi microwave

secara *batch*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan teknologi alternatif yang dapat menggantikan penggunaan fumigan kimia sehingga dapat mendukung usaha penyimpanan dan perdagangan beras organik dan non-organik.

## II. BAHAN DAN METODE

Peralatan microwave yang digunakan adalah microwave skala rumah tangga (Samsung, Korea) yang bekerja pada frekuensi 2.450 MHz dengan daya dan waktu aplikasi yang dapat diatur. Beras diinfestasi dengan 10 kutu beras (*S. oryzae*) pada wadah kaca tahan microwave berbentuk persegi panjang dengan panjang, lebar dan tinggi adalah 12, 12 dan 4 cm. Kutu beras *Sitophilus oryzae* diisolasi dari beras terinfestasi kutu yang diperoleh dari toko beras komersial. Kutu diperbanyak dengan pembiakan pada beras dalam suatu tempat tertutup. Disinfestasi microwave diaplikasikan dengan variasi daya microwave antara 120 – 800 Watt selama 30 sampai 1200 detik terhadap kutu bebas tanpa beras dan kutu yang berada di dalam beras pada ketebalan tumpukan saat aplikasi antara 1 – 4 cm atau setara dengan 130 – 520 gram. Skema penelitian ditampilkan pada Gambar 1. Segera setelah aplikasi, temperatur beras diukur dengan menggunakan termometer digital (Lutron, Taiwan). Jumlah kutu yang mati dihitung setelah diinkubasi selama 24 jam untuk memastikan bahwa kutu sudah benar-benar mati. Kadar air beras diukur untuk menghitung kehilangan air selama aplikasi microwave. Disinfestasi microwave dikatakan berhasil jika mortalitas kutu beras mencapai 100 persen. Setiap percobaan dilakukan dengan dua kali ulangan. Ulangan ditambah hingga empat kali pada perlakuan dengan mortalitas 100 persen untuk memastikan apakah perlakuan tersebut benar-benar dapat mematikan semua kutu. Data yang ditampilkan merupakan hasil disinfestasi dengan 100 persen mortalitas dan merupakan hasil rata-rata dari setiap perlakuan.



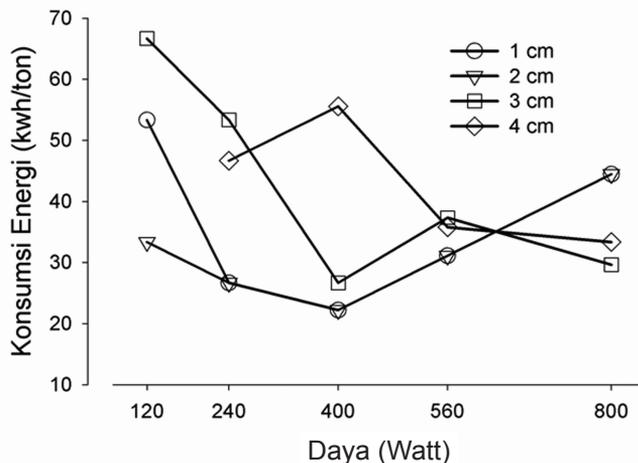
**Gambar 1.** Proses Radiasi Mikrowave untuk Disinfestasi Beras Skala Laboratorium

### III. HASIL PERCOBAAN

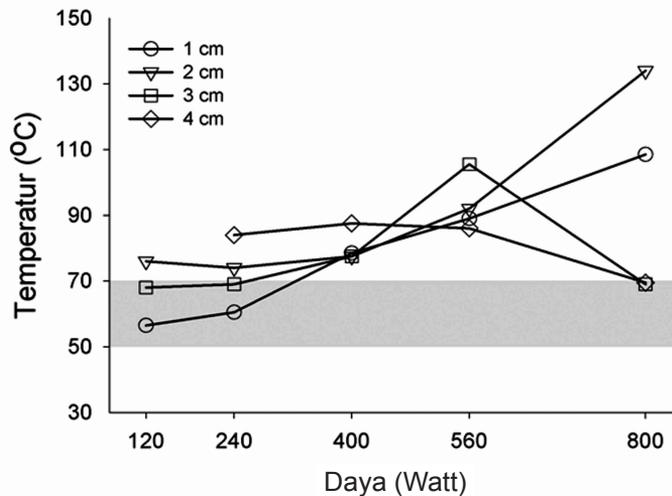
#### 3.1. Disinfestasi Beras dengan Mikrowave

Besar energi yang dibutuhkan untuk disinfestasi kutu beras dengan menggunakan mikrowave bergantung pada daya listrik dan volume beras yang hubungan keduanya ditampilkan pada Gambar 2. Eksperimen ini memperlihatkan bahwa konsumsi energi terendah tercapai pada aplikasi mikrowave dengan daya 400 Watt pada ketebalan beras

sampai dengan 2 cm. Tendensi yang sama juga terlihat pada tumpukan beras 3 cm. Namun pada tebal tumpukan yang lebih besar, tidak terlihat pola yang jelas hubungan antara konsumsi energi dengan daya listrik. Hal ini mungkin disebabkan oleh proses pindah panas konveksi antar butir beras karena daya tembus gelombang mikrowave yang terbatas serta distribusi panas yang tidak merata (Datta dan Anantheswaran, 2001). Jika tanpa memperhatikan suhu beras sebagai faktor



**Gambar 2.** Kebutuhan Energi untuk Disinfestasi Beras dengan Menggunakan Mikrowave Sistem Batch pada Berbagai Daya Listrik dan Ketebalan Tumpukan Beras



**Gambar 3.** Temperatur Beras Rata-Rata Setelah Aplikasi Mikrowave Sistem Batch untuk Disinfestasi Beras pada Berbagai Daya Listrik dan Ketebalan Tumpukan Beras.

pembatas, maka konsumsi energi terendah untuk disinfestasi beras dengan mikrowave sistem *batch* adalah 22,2 kWh/ton.

Temperatur beras merupakan faktor pembatas yang harus diperhatikan demi menjaga kualitas beras agar pati tidak mengalami kerusakan dan beras tidak mengalami pemasakan (*cooking*). Tergantung pada daya listrik yang diaplikasikan dan ketebalan tumpukan beras, temperatur beras dapat mencapai temperatur 134°C seperti pada aplikasi dengan menggunakan daya listrik 800 Watt pada ketebalan beras 2 cm. Pemanasan dalam waktu singkat pada temperatur di bawah 70°C yaitu sedikit diatas suhu gelatinisasi pati beras diasumsikan tidak akan mempengaruhi kualitas beras secara kimiawi, fisik dan organoleptik. Gelatinisasi mungkin terjadi pada temperatur sekitar 55 – 60°C namun dalam jumlah terbatas karena panas terjadi pada waktu yang relatif singkat dan pada kondisi kadar air beras yang rendah. Jika demikian, aplikasi mikrowave dengan daya 120 dan 240 Watt pada ketebalan 1 dan 3 cm serta daya 800 Watt pada ketebalan 3 dan 4 cm dapat diterima untuk digunakan (bagian yang diarsir pada Gambar 3). Konsumsi energi terendah

yaitu sebesar 26,7 kWh/ton dicapai pada aplikasi mikrowave dengan daya listrik 240 Watt selama 60 detik pada ketebalan beras 1 cm dengan temperatur beras selama aplikasi mencapai 60,5°C.

Pengukuran temperatur selama aplikasi mikrowave merupakan kendala utama (Schubert dan Regier, 2005). Termometer konvensional yang menggunakan *thermocouple* sensor dari metal tidak dapat digunakan karena metal akan memantulkan gelombang mikrowave sehingga menghasilkan bunga api yang dapat merusak sensor tersebut. Sementara termometer infrared hanya dapat mengukur suhu pada permukaan dan tidak pada bagian dalam tumpukan bahan. Termometer serat optik (*fibre optic*) dan *magnetic resonance imaging* (MRI) merupakan alat yang dianggap dapat digunakan untuk mengukur temperatur selama aplikasi mikrowave namun harga alat yang mahal menjadi kendala. Distribusi panas yang tidak merata selama aplikasi mikrowave menambah kesulitan dalam pengukuran temperatur karena temperatur pada setiap titik didalam ruang tiga dimensi bahan akan berbeda-beda. Data temperatur yang ditampilkan pada penelitian

ini merupakan rata-rata dari lima titik pada tumpukan bahan, namun deviasi antar titik pengukuran relatif besar. Perbaikan metode pengukuran temperatur merupakan tantangan bagi penelitian selanjutnya.

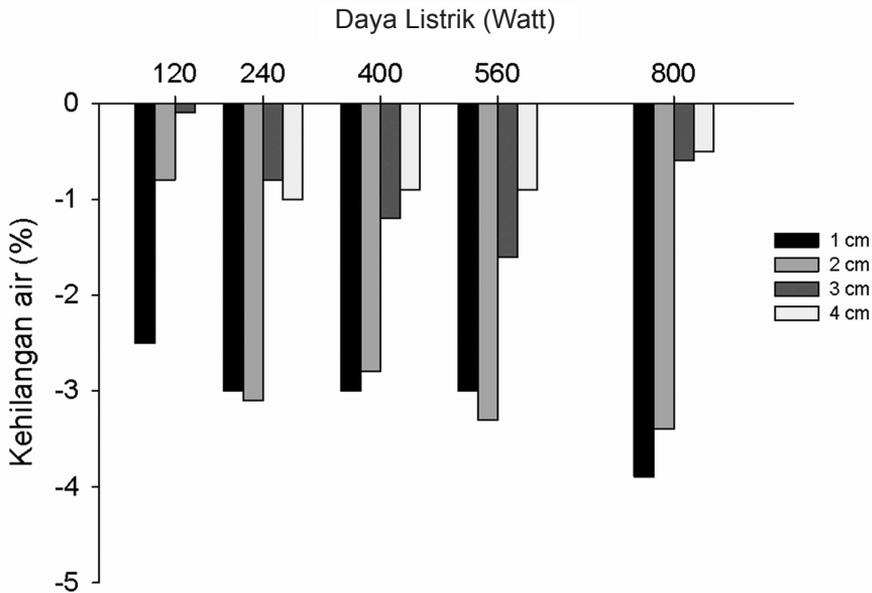
Kehilangan air selama disinfestasi mikrowave akibat panas yang ditimbulkan merupakan hal yang tidak terhindarkan. Kehilangan air berbanding lurus dengan daya listrik dan berbanding terbalik dengan volume beras seperti yang ditampilkan pada Gambar 4. Kehilangan air terbesar terjadi pada aplikasi mikrowave dengan daya 800 Watt pada ketebalan 1 cm dimana kadar air beras turun sebesar 3,9 persen dari kadar air awal beras sebesar 13,6 persen. Pada kondisi optimum untuk disinfestasi mikrowave dengan daya 240 Watt pada ketebalan 1 cm, kehilangan air beras sebesar 3,0 persen. Dengan adanya penurunan kadar air selama disinfestasi mikrowave, maka kombinasi antara disinfestasi dan pengeringan sebelum pengantongan beras dapat menghemat biaya aplikasi.

Secara visual tidak terlihat perubahan warna pada beras yang mengalami

pemanasan mikrowave dimana kualitas fisik merupakan faktor yang penting dalam penilaian kualitas beras. Namun demikian, jumlah beras patah berpotensi untuk meningkat karena ada perubahan temperatur yang besar dalam waktu singkat. Untuk itu, fokus penelitian kedepan juga harus memperhatikan pengaruh pemanasan mikrowave terhadap kualitas fisik beras dan kualitas tanak (*cooking quality*) selama penyimpanan.

### 3.2. Disinfestasi Tanpa Beras

Aplikasi mikrowave pada kutu *S. oryzae* bebas yang tidak berada di dalam beras seperti terlihat pada Gambar 5 memberikan gambaran yang jelas pada hubungan antara konsumsi energi dan tingkat mortalitas pada berbagai daya listrik mikrowave. Semakin tinggi daya listrik mikrowave maka semakin kecil kebutuhan energi untuk mencapai tingkat kematian kutu seratus persen karena dibutuhkan waktu aplikasi yang sangat singkat hanya beberapa detik. Pada aplikasi mikrowave dengan daya 560 Watt dibutuhkan energi paling rendah yaitu kurang dari 0,01 kWh sementara daya 120 Watt membutuhkan energi

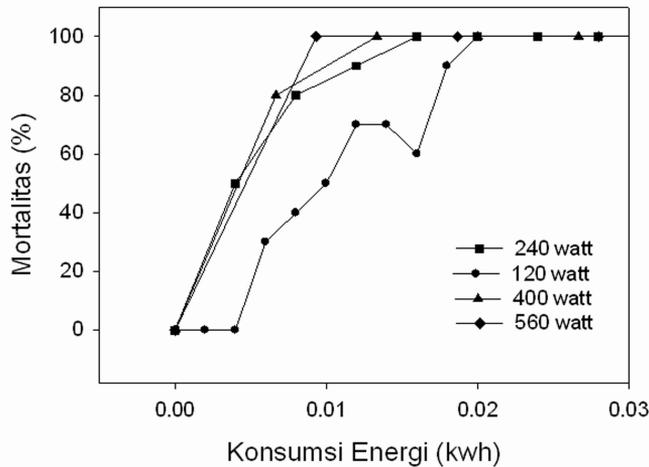


**Gambar 4.** Kehilangan Air Selama Aplikasi Mikrowave pada Berbagai Daya Listrik dan Ketebalan Beras

dua kali lebih lebih besar untuk mematikan semua kutu. Besarnya kebutuhan energi pada aplikasi mikrowave berdaya rendah berhubungan dengan waktu aplikasi yang lebih lama. Aplikasi mikrowave dengan daya besar mampu meningkatkan panas tubuh kutu dalam waktu singkat sehingga mampu mematikan kutu dalam waktu singkat.

sebesar 6,45 persen sekitar dua kali lebih kecil di bawah kadar air beras 13,2 persen. Sementara, penyerapan energi elektromagnetik sangat tergantung pada kadar air suatu material.

Energi yang lebih besar untuk membunuh kutu bebas dibandingkan kutu di dalam beras menjadi penting mengingat tidak semua kutu



**Gambar 5.** Disinfestasi Mikrowave Kutu *Sitophilus Oryzae* yang Tidak Berada di dalam Beras

Namun demikian, disinfestasi kutu tanpa beras terlihat membutuhkan energi yang lebih besar dibandingkan aplikasi mikrowave pada tebal tumpukan beras 1 hingga 3 cm pada berbagai daya listrik yang digunakan (Gambar 2). Pada percobaan disinfestasi beras, kutu sudah dapat dikontrol pada konsumsi energi mulai dari 0,003 kWh dan ini jauh lebih rendah daripada konsumsi energi untuk membunuh kutu bebas yang tidak berada di beras (Gambar 5). Fenomena ini secara tidak langsung menunjukkan bahwa beras lebih cepat panas dibandingkan kutu karena kadar air beras jauh lebih besar dibandingkan kadar air kutu. Oleh karena itu, penyebab kematian kutu adalah konveksi panas yang timbul dari beras akibat pemanasan mikrowave yang kemudian mematikan kutu (bukan panas yang timbul dari tubuh kutu). Hal ini berhubungan dengan kadar air kutu *S. oryzae*

berada dalam beras pada kondisi sebenarnya. Oleh karena itu, perlu kombinasi antara aplikasi mikrowave dengan energi tinggi dan rendah dengan mempertimbangkan kutu bebas di luar beras. Alternatif lain adalah penggunaan material dengan penyerapan energi mikrowave yang lebih besar dibandingkan beras sehingga ruang aplikasi (*cavity*) menjadi lebih cepat panas dengan temperatur lebih tinggi daripada beras.

#### IV. PEMBAHASAN

##### 4.1. Perbandingan Teknologi Mikrowave dan Fumigasi

Disamping tidak menggunakan bahan kimia yang berbahaya bagi manusia, lingkungan dan lapisan ozon, disinfestasi mikrowave juga tidak meninggalkan residu kimia, mampu membunuh kutu yang berada di dalam biji berikutan dengan telur dan pupa.

---

Menurut Zhao dkk. (2007a), telur dan pupa kutu beras lebih rentan terhadap panas dibandingkan kutu dewasa sehingga pada aplikasi microwave jika kutu dewasa dapat dibunuh maka dapat dipastikan bahwa telur dan pupa juga akan mati. Microwave mampu mencapai lokasi paling dalam pada biji karena panas dibangkitkan dari dalam biji lalu dikonveksikan ke luar dan ke biji lain didekatnya. Disinfestasi microwave juga dapat dikombinasikan dengan pengeringan sehingga dapat menghemat biaya pengeringan. Disinfestasi microwave sangat cocok untuk sistem kontinyu yang diaplikasikan sebelum unit pengepakan. Pengepakan beras harus menggunakan bahan plastik tertutup dan kedap udara untuk mencegah reinfestasi dan untuk menjaga kualitas beras selama penyimpanan. Disinfestasi beras dengan microwave disamping mudah dalam operasionalnya dan tidak butuh tenaga terlatih juga membutuhkan biaya yang cukup bersaing dibandingkan metode fumigasi kimiawi. Jika tarif listrik untuk industri di Indonesia 915 Rupiah per kiloWatt, maka disinfestasi microwave yang membutuhkan energi sebesar 26,7 kWh per ton membutuhkan biaya listrik hanya sebesar 24.430 Rupiah per ton. Bahkan hasil penelitian Zhao dkk. (2007b) pada disinfestasi microwave sistem kontinyu menunjukkan kebutuhan energi yang lebih rendah hanya 17 kWh per ton atau setara biaya listrik sebesar 15.555 Rupiah per ton.

Fumigasi kimiawi memang membutuhkan biaya bahan kimia yang lebih sedikit dan dapat melakukan disinfestasi dalam partai besar. Namun menurut Van Someren Graver (2004), fumigasi harus dilakukan oleh petugas yang terlatih, membutuhkan waktu yang panjang yaitu minimal 4 hingga 8 hari atau lebih dan harus dilakukan ekstra hati-hati dengan memperhatikan keselamatan pekerja dan lingkungan serta dilakukan pada lokasi yang jauh dari perumahan atau perkantoran. Disamping itu, fumigasi harus dilakukan pada kondisi yang kedap tidak boleh ada kebocoran gas sehingga membutuhkan plastik penutup.

Konsentrasi gas di dalam ruang fumigasi harus dapat dimonitor dan harus dapat mencapai lokasi yang terjauh dalam bahan agar fumigasi dapat berlangsung secara efektif. Namun begitu, reinfestasi masih dapat terjadi dari telur dan pupa yang masih hidup, yang terletak jauh di dalam biji mengingat kutu beras melubangi biji untuk meletakkan telur di dalamnya. Kesalahan dan kelalaian dalam melakukan fumigasi dapat berakibat fatal bagi pekerja, orang sekitar dan lingkungan. Smith dan Dilday (2003) menambahkan bahwa penggunaan pestisida dalam jangka waktu lama dapat meningkatkan resistensi serangga yang akhirnya berimplikasi pada peningkatan dosis aplikasi. Pada akhirnya, fumigasi juga membutuhkan biaya yang tidak sedikit.

#### **4.2. Efek Terhadap Kualitas Beras**

Efek pemanasan microwave pada kualitas beras selama 3 bulan penyimpanan sangat positif berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zhao dkk. (2007b). Aplikasi microwave tidak berpengaruh terhadap kualitas nutrisi seperti kadar protein, amilosa, lemak dan total gula, sementara kadar asam lemak bebas terlihat meningkat namun peningkatannya lebih rendah dibandingkan kontrol yaitu beras yang tidak diaplikasikan microwave. Asam lemak bebas yang merupakan hasil aktivitas enzim lipase berpengaruh terhadap kualitas sensorik beras selama penyimpanan. Aplikasi microwave terlihat menurunkan aktivitas enzim lipase selama penyimpanan. Hal ini juga didukung oleh hasil uji organoleptik yang menunjukkan penilaian panelis yang lebih baik diberikan pada beras yang mengalami aplikasi microwave. Namun sayangnya penelitian tersebut tidak menyebutkan pengaruh aplikasi microwave terhadap kualitas fisik beras.

#### **4.3. Fokus Penelitian ke Depan**

Pada saat ini tren penggunaan bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan terlihat semakin dibatasi. Penggunaan bahan kimia sintetis pada produk pangan semakin dipercaya sebagai penyebab peningkatan penyakit yang sebelumnya bukan

---

merupakan masalah di masyarakat terdahulu. Sementara pemanasan global dan perubahan cuaca (*climate change*) mendesak setiap pelaku bertanggung jawab untuk menurunkan penggunaan bahan-bahan pemicu perubahan cuaca. Oleh karena itu, penggunaan teknologi mikrowave dalam phytosanitasi harus dipertimbangkan penerapannya. Sampai saat ini teknologi mikrowave hanya sampai sebatas pada skala laboratorium atau pilot. Penerapan teknologi mikrowave dalam pengolahan produk pangan dan pertanian menjadi tantangan bagi ahli pangan dan penanganan pasca panen untuk memanfaatkan karakteristik teknologi mikrowave yang menguntungkan. Disamping itu, kekurangan teknologi mikrowave seperti dalam hal pengukuran temperatur dan pendistribusian panas yang tidak merata harus menjadi faktor yang dipertimbangkan bagi pengembangan peralatan berbasis teknologi mikrowave. Penelitian ke depan seperti rancang bangun peralatan disinfestasi berbasis mikrowave dengan sistem kontinyu dikombinasikan dengan pengeringan, baik untuk beras maupun gabah, mungkin dapat lebih aplikatif bagi industri perberasan dan perlu menjadi prioritas.

## V. KESIMPULAN

Kondisi optimum tercapai pada aplikasi mikrowave untuk disinfestasi beras secara *batch* dengan menggunakan daya listrik 240 Watt selama 60 detik pada tumpukan beras dengan ketebalan 1 cm. Pada kondisi ini, suhu beras selama aplikasi akan naik mencapai 60,5°C serta kadar air turun sebesar 3 persen. Energi yang dibutuhkan adalah 26,7 kWh per ton dengan biaya tenaga listrik saja sebesar 24.430 Rupiah per ton. Dari segi biaya, teknologi mikrowave berpotensi untuk menggantikan fumigasi kimiawi untuk disinfestasi beras karena disamping ekonomis juga tidak meninggalkan residu kimia dan tidak menggunakan bahan yang membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia. Pada masa depan, penelitian terhadap teknologi disinfestasi mikrowave sistem kontinyu

dikombinasikan dengan pengeringan bagi beras dan gabah merupakan prioritas sehingga menjadi lebih aplikatif bagi industri perberasan.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui program Riset Unggulan Nasional tahun 2010.

## DAFTAR PUSTAKA

- BULOG. 2006. Buku Panduan Perawatan Kualitas Komoditas Milik BULOG. BULOG. Jakarta.
- Datta, A.K. dan 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.
- Institute of Food Technology (IFT). 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.
- List, G.R., T.L. Mounts, A.C. Lanser dan R.K. Holloway. 1990. *Effect of moisture, microwave heating, and live steam on phospholipase D activity in soybeans and soy flakes*. *JAOCS* 67 (11):867 – 871.
- MacArthur, L.A. dan B.L. D'Appolonia. 1981. *Effects of microwave radiation and storage on hard red spring wheat flour*. *Cereal Chem* 58 (1) : 53 – 56.
- Mitcham, E.J., R.H. Veltman, X. Feng, E. de Castro, J.A. Johnson, T.L. Simpson, W.V. Biasi, S. Wang dan J. Tang. 2004. *Application of radio frequency treatments to control insects in in-shell walnuts*. *Postharvest Biol Technol* 33 (1):93 – 100.
- Schubert, H. dan M. Regier. 2005. *The Microwave Processing of Foods*. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge.
- Smith, C.H. and R.H. Dilday. 2003. *Rice, Origin, History, Technology and Production*. John Wiley and Sons Inc., New Jersey.

- Van Someren Graver, J.E. 2004. *Guide to Fumigation under Gas-Proof Sheet*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Wang, S. dan J. Tang. 2004. Radio Frequency Post Harvest Quarantine and Phytosanitary Treatments to Control Insect Pest in Fruit And Nuts. In R. Dris dan S.H. Jain, *Production Practice and Quality Assessment of Food Crops* VOL. 4: *Preharvest Treatment and Technology*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Zhao, S., C. Qiu, S. Xiong, dan X. Cheng. 2007a. *A Thermal Lethal Method Model of Rice Weevils Subjected to Microwave Irradiation*. *Journal of Stored Products Research*. 43 : 430 – 434.
- Zhao, S. S. Xiong, C. Qiu, Y. Xu. 2007b. Effect of *Microwave on Rice Quality*. *Journal of Stored Products Research*. 43:496-502.

#### BIODATA PENULIS :

**Muhammad Ikhsan Sulaiman** adalah staf pengajar pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Syiah Kuala di Banda Aceh sejak 1995 dengan bidang keahlian kualitas produk pertanian dan teknologi pengolahan pascapanen. Setelah menamatkan pendidikan doktor di Universitas Goettingen di Jerman pada tahun 2005, beliau diangkat menjadi kepala laboratorium analisis pangan sejak 2008 dan ketua Satuan Penjaminan Mutu Fakultas Pertanian periode 2009-2010. Disamping bekerja sebagai dosen, beliau juga menjadi konsultan untuk monitoring dan evaluasi pada berbagai program emergensi untuk FAO di Indonesia sejak 2005 – 2010 dan terakhir menjadi manajer operasi untuk proyek FAO yang didanai oleh Uni Eropa untuk program fasilitas pangan di Nepal. Beliau juga aktif di Ina-SRI suatu forum komunikasi untuk System Rice Intensification di Indonesia. Alamat koresponden: ikhsan.sulaiman@yahoo.com

**Irfan** adalah staf pengajar pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Syiah Kuala sejak tahun 1991 dengan bidang keahlian manajemen lingkungan. Beliau menamatkan pendidikan doktor di Universitas Goettingen, Jerman pada tahun 1999. sejak itu meneliti dan

mengajar mata kuliah pengolahan limbah industri serta menjadi konsultan lingkungan di *Leuser Development Programme*, berbagai proyek USAID, UNIDO, dsb.

**Ibnu Ichsan Widaiska** menyelesaikan kuliah S1-nya di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Syiah Kuala pada tahun 2010 setelah menyelesaikan penelitian akhirnya dengan topik penggunaan mikrowave dalam disinfestasi kutu beras dibawah bimbingan Dr. M.I. Sulaiman. Saat ini, beliau memulai karir di sebuah PT. Panin Bank di Banda Aceh.

**Alfizar** adalah staf pengajar pada Jurusan Agroteknologi Universitas Syiah Kuala dengan bidang keahlian hama dan penyakit tanaman. Beliau menyelesaikan pendidikan doktor di Ecole Nationale Supérieure D'Agronomie de Montpellier (ENSA.M) Perancis pada tahun 1996, menjadi ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman pada 1999 – 2003. Disamping melakukan penelitian, beliau menjadi konsultan pertanian di beberapa proyek pemerintah, swasta dan proyek FAO di Aceh, Nias dan Nusa Tenggara Timur pada 2005 – 2010.