

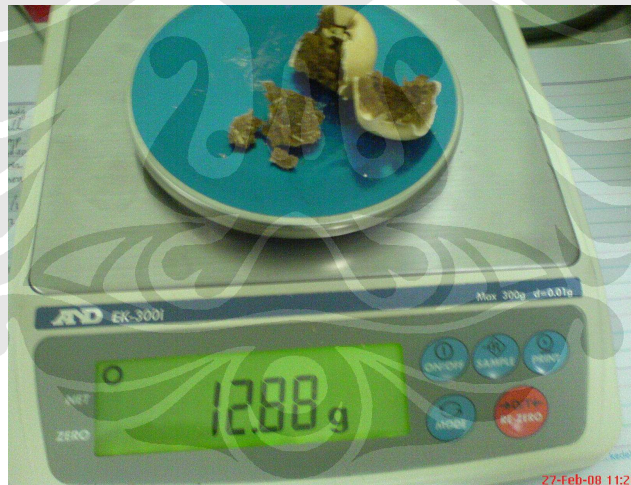
BAB IV

ANALISA

4.1 FENOMENA DAN PENYEBAB KERUSAKAN KUALITAS PRODUK

4.1.1 Fenomena dan penyebab terjadinya *case hardening*

Pada proses pengeringan yang dilakukan oleh penulis khususnya pada pengambilan data 1,2, 3 dan 4 terjadi fenomena *case hardening* atau yang biasa disebut dengan gejala gelatinisasi pada sampel hasil pengeringan. Fenomena ini terjadi apabila pengeringan dilakukan pada suhu yang tinggi dan bahan yang masih basah langsung kontak dengan suhu yang tinggi, maka dapat terjadi fenomena *case hardening*. Pada *microwave*, fenomena ini terjadi karena laju pengeringan awal yang terlalu cepat sehingga kadar air dalam bahan tidak dapat menggantikan kadar air permukaan, dan permukaan bahan menjadi mengeras dan mengulit.



Gambar 4.1. Fenomena *case hardening* yang terjadi pada sampel.

Case hardening adalah suatu keadaan di mana bagian luar bahan (di permukaan) sudah kering sedangkan di bagian dalamnya masih basah. Hal ini disebabkan laju pengeringan pada awal pengeringan akan menguapkan air yang ada di permukaan bahan secara cepat sehingga permukaan bahan menjadi kering dan keras dan menghambat penguapan selanjutnya dari air yang terdapat di bagian dalam bahan tersebut. *Case hardening* juga dapat disebabkan oleh adanya

perubahan-perubahan kimia tertentu misalnya terjadinya penggumpalan protein pada permukaan bahan karena adanya panas, atau terbentuknya dekstrin dari pati yang jika dikeringkan akan terbentuk bahan yang masif dan keras pada permukaan bahan. Terjadinya *Case hardening* mengakibatkan proses pengeringan selanjutnya menjadi lambat atau terhambat sama sekali, mikroorganisme yang terdapat di bagian dalam bahan yang masih basah dapat berkembang biak sehingga menimbulkan kebusukan. Penggunaan laju pengeringan yang tidak terlalu tinggi atau pelaksanaan proses pengeringan awal yang tidak terlalu cepat dapat mencegah terjadinya *case hardening*.

Apabila fenomena ini diabaikan dan proses pengeringan tetap dilanjutkan maka tekanan uap air didalam sampel akan terus mendorong bagian permukaan yang telah tertutup pori-porinya (mengulit dan mengeras) dan akan menyebabkan keretakan pada permukaan sampel dan apabila proses pengeringan tetap dilanjutkan maka sampel akan meledak, karena permukaan sampel tidak dapat menahan tekanan yang berasal dari dalam sampel. Fenomena meledaknya sampel pada saat proses pengeringan berlangsung terjadi pada saat penulis melakukan pengambilan data kedua.



Gambar 4.2. Sampel meledak akibat fenomena *case hardening* yang diabaikan.

4.1.2 Fenomena dan penyebab terjadinya *water front*

Selain *case hardening* ternyata terjadi fenomena lainnya yang biasa dikenal dengan fenomena *water front* pada sampel hasil pengeringan. Fenomena

ini terjadi khususnya pada pengambilan data 1, 2, 3, 4, 5 dan 6. Gelombang elektromagnetik (panas) dari atas akan menyebabkan lapisan atas mengering lebih awal sehingga uap airnya mengalir ke bawah. Pada kondisi ini pada bagian bawah (dasar) sampel relatif lebih dingin, maka pada suatu lapisan terjadi *kondensasi*. Adapun garis yang memisahkan lapisan basah dengan lapisan kering disebut *water front* . Fenomena ini biasanya terjadi pada produk pengeringan yang mempunyai ketebalan yang cukup besar.

Apabila pada bagian bawah sampel dirasakan masih terasa basah, sementara itu di bagian atas sudah kering hal ini mengindikasikan terjadinya fenomena *water front* dan apabila pengeringan ditingkatkan (misalnya intensitas gelombang elektromagnetik ditingkatkan kembali), maka bagian atas kemungkinan akan gosong sedangkan di bagian bawah masih tetap basah.

Efek dari fenomena *water front* terhadap sampel jamu adalah akan menyebabkan bercak-bercak kecoklatan pada bagian dasar jamu. Hal ini disebabkan uap air yang bercampur minyak yang berada pada bagian dasar sampel (efek *water front*) akan menempel pada piringan *microwave oven* yang digunakan sebagai wadah. Ketika uap air bercampur minyak tersebut kering akibat proses pengeringan yang dilakukan maka akan muncul bercak-bercak kecoklatan pada bagian dasar sampel.



Gambar 4.3. Bercak-bercak kecoklatan yang timbul pada hasil pengeringan sampel.

4.1.3 Fenomena dan penyebab terjadinya penyusutan

Dewasa ini, waktu dan biaya telah banyak digunakan untuk meneliti kualitas dari produk pengeringan pangan., umumnya kualitas ini dikarakterisasi dengan beberapa parameter seperti tekstur, rasa, warna dan sifat fisik lainnya seperti massa jenis, pori-pori dan penyusutan dimana semua sifat ini dipengaruhi

oleh kondisi pengeringan. Fenomena penyusutan ini terjadi pada semua pengambilan data yang dilakukan oleh penulis.

Fenomena penyusutan pada produk pangan sangat dipengaruhi oleh tekanan internal dari uap air yang dihasilkan dari proses penguapan, fenomena ini akan mempengaruhi difusi air, tingkatan pemindahan air dan densitas pada produk pangan. Fenomena ini sangat dipengaruhi oleh kandungan air suatu bahan.

Pada dasarnya terdapat 2 teori yang menjelaskan bagaimana fenomena penyusutan terjadi.

1. Teori pertama dikemukakan oleh Rahman dalam bukunya yang berjudul "Drying and food preservation", yang menghubungkan fenomena penyusutan dengan temperatur transisi gelas. Rahman menjelaskan bahwa, ketika suatu bahan dikeringkan pada suatu temperatur dibawah temperatur gelas bahan tersebut (misalnya pada proses pengeringan beku) maka bahan akan berada dalam keadaan seperti gelas (keras dan kaku), keadaan ini menyebabkan penyusutan tidak dapat terjadi sebagai akibatnya maka pada permukaan bahan tersebut akan terdapat banyak pori-pori (sebagai kompensasi berkurangnya volume bahan). Sebaliknya apabila suatu bahan dikeringkan diatas temperatur gelasnya (seperti pada oven) maka bahan akan berada dalam keadaan seperti karet (elastis), keadaan ini menyebabkan penyusutan dapat terjadi dan pori-pori yang terjadi pada permukaan bahan sedikit.



Gambar 4.4. Tampak penyusutan yang terjadi dengan membandingkan jamu sebelum pengeringan (kiri) dan setelah pengeringan (kanan).

2. Sedangkan pada teori yang kedua, menghubungkan fenomena penyusutan dan *case hardening*. Ketika suatu bahan dikeringkan pada temperatur yang rendah (laju pengeringan yang rendah), maka gradient kadar air dalam

bahan rendah dan tekanan didalam sampel juga rendah. Hal ini akan menyebabkan penyusutan menuju inti bahan terjadi secara seragam dan pori-pori yang terjadi sedikit. Sebaliknya apabila suatu bahan dikeringkan pada temper yang tinggi (laju pengeringan yang tinggi) maka permukaan bahan akan mengeras (*case hardening*) dan penyusutan yang terjadi terbatas, hal ini akan menyebabkan banyaknya pori-pori yang terbentuk pada permukaan bahan.

4.1.3 Fenomena dan penyebab terjadinya efek pencoklatan

Pada pembatasan masalah telah dijelaskan bahwa reaksi kimia yang dihasilkan dari metode pengeringan bukan merupakan suatu topik yang akan dibahas oleh penulis. Tetapi pada kenyataannya reaksi kimia yang terjadi pada proses pengeringan akan mempengaruhi warna permukaan suatu bahan, hal ini biasa disebut dengan efek pencoklatan. Efek pencoklatan ini terjadi pada pengambilan data 1.



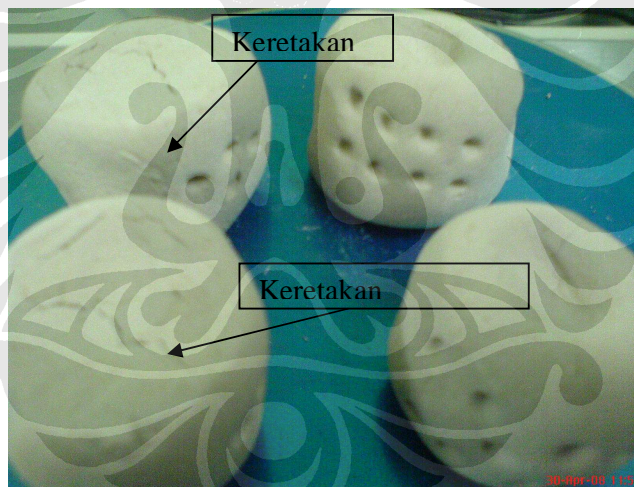
Gambar 4.5. Tampak efek pencoklatan yang terjadi pada sampel (kanan) apabila dibandingkan dengan hasil pengeringan PT.X (kiri).

Efek pencoklatan disebabkan oleh reaksi oksidasi enzimatis dan reaksi non enzimatis (Efek *Maillard*). Reaksi oksidasi enzimatis terjadi apabila temperatur pengeringan tidak mencukupi sehingga tidak dapat mengaktifkan enzim oksidasi seperti *polyphenol*, temperatur pengeringan yang tidak mencukupi disebabkan adanya efek pendinginan yang terjadi akibat penguapan air didalam bahan. Sedangkan reaksi non enzimatis atau yang biasa disebut dengan efek *Maillard* terjadi apabila temperatur pengeringan melebihi temperatur yang

dibutuhkan untuk mengaktifkan enzim oksidasi, maka terjadi karamelisasi dari gula dan penghangusan yang merupakan reaksi dari *aldehid* dan amino pada gula dan protein. Seperti reaksi kimia yang lain, efek *Maillard* juga terjadi pada temperatur yang tinggi. Efek *Maillard* terjadi sangat cepat apabila bahan mempunyai kadar air 20-15 %, ketika kadar air bahan menurun maka efek *Maillard* juga mengalami penurunan. Karena hal tersebut, pada metode pengeringan modern dilakukan laju pengeringan yang cepat saat kadar air bahan 20-15 % hal ini dilakukan untuk mengurangi efek *Maillard* pada bahan.

4.1.4 Fenomena dan penyebab terjadinya keretakan pada permukaan bahan

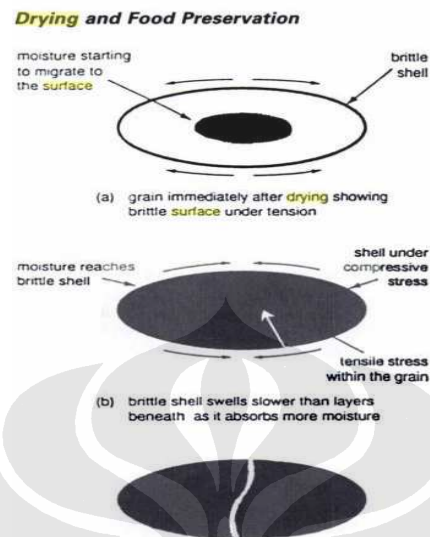
Selain perubahan warna, ada fenomena lain yang terjadi selama proses pengeringan sampel dengan menggunakan *microwave*. Fenomena tersebut adalah keretakan, hal ini terjadi pada seluruh pengambilan data yang dilakukan oleh penulis.



Gambar 4.6. Keretakan pada produk hasil pengeringan.

Keretakan dapat terjadi pada saat pengeringan dan beberapa saat setelah pengeringan berlangsung (biasanya 48 jam sampai 72 jam setelah pengeringan). Keretakan yang terjadi pada saat pengeringan disebabkan adanya gaya kompresi (*compressive stress*) dari inti bahan, gaya ini disebabkan adanya gradient kelembapan didalam bahan dan gaya tarik (*tensile stress*) yang terjadi pada permukaan bahan, gaya tarik ini disebabkan adanya efek penyusutan yang berlebihan. Ketika gaya tarik melebihi gaya yang dapat ditahan oleh permukaan bahan maka permukaan bahan akan mengalami keretakan.

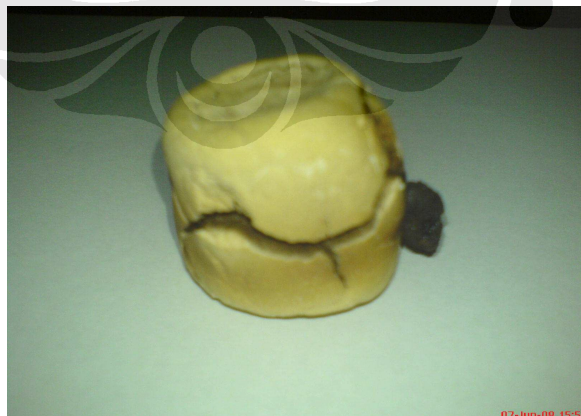
Gambar berikut akan menjelaskan bagaimana fenomena tersebut dapat terjadi.



Gambar 4.7. Proses terjadinya keretakan pada bahan.

Sumber : Rahmat, *Drying and Food Preservation*, 2nd Edition, Mc Graw Hill, 1998, New York

Selain itu, keretakan juga dapat diakibatkan oleh adanya *case hardening*, *case hardening* akan menyebabkan tekanan di dalam inti bahan semakin lama semakin besar karena kadar air tidak dapat keluar dari dalam bahan, hal ini membuat permukaan yang berada dalam keadaan seperti gelas (kaku dan keras) akan retak karena tidak dapat menahan gaya kompresi yang terjadi dalam inti bahan.



Gambar 4.8. Keretakan akibat fenomena *case hardening*

Cara menghindari keretakan :

- Menghindari perbedaan kelembapan yang terlalu ekstrim antara sampel dengan kelembapan udara pengeringan.
- Intensitas pengeringan yang tidak terlalu tinggi.
- Pengeringan dengan *microwave* tidak dilakukan pada saat sampel masih basah.

4.2 PENGARUH KAPASITAS PRODUK TERHADAP HASIL PENGERINGAN

Pada pengambilan data 1 dan 2, proses pengeringan dilakukan hanya dengan menggunakan satu buah sampel. Hal ini mengakibatkan laju pengeringan yang sangat cepat terjadi pada sampel. Tetapi hal ini bukan suatu hal yang menguntungkan karena laju pengeringan yang sangat cepat akan merusak kualitas dari produk yang akan dikeringkan, sebagai contoh akibat laju pengeringan yang sangat cepat akan menimbulkan gejala gelatinisasi (*case hardening*), penyusutan yang tidak seragam sehingga bentuk produk pengeringan menjadi tidak beraturan dan keretakan pada permukaan sampel.



Gambar 4.9. Bentuk sampel yang tidak beraturan akibat laju pengeringan yang terlalu cepat.

Karena kerusakan kualitas yang diakibatkan oleh laju pengeringan yang terlalu cepat maka dilakukan suatu metode untuk memperlambat laju pengeringan dari proses pengeringan. Pada pengambilan data selanjutnya yaitu pengambilan data 3 dan seterusnya, sampel yang akan dikeringkan ditambah menjadi 10 buah. Penambahan sampel ini memperlambat laju pengeringan yang terjadi pada proses pengeringan. Untuk memperjelas pengaruh kapasitas tersebut, berikut ini akan

ditampilkan perbandingan antara laju pengeringan dengan 1 sampel dan 10 sampel. yang dilakukan pada pengeringan type A.

Tabel 4.1. Perbandingan laju pengeringan terhadap 1 sampel dan 10 sampel.

No	Percobaan	Jumlah sampel yang dikeringkan	Laju pengeringan rata-rata (gr/mnt)
1	1	1	0,294
2	3	10	0,06
3	4 sampel dilubangi	10	0,06
4	4 sampel tidak dilubang	10	0,066
5	5	10	0,036
6	6	10	0,0542

Pada tabel diatas tidak ditampilkan data percobaan 2,7 dan 8, hal ini dikarenakan pada percobaan 2 tidak ada proses pengeringan type A yang dilakukan, sedangkan data percobaan 7 dan 8 tidak ditampilkan karena selama proses pengeringan berlangsung terdapat bahan lain (spons dan kasa) didalam proses pengeringan, adanya bahan tersebut akan mengurangi laju pengeringan pada sampel karena kapasitas produk yang akan dikeringkan meningkat.



Gambar 4.10. Penyusutan yang cukup seragam karena penambahan kapasitas produk pengeringan.

Adanya penambahan kapasitas produk dapat mengurangi laju pengeringan memberikan perbaikan kualitas terhadap produk hasil pengeringan. Perbaikan kualitas tersebut antara lain adalah penyusutan yang cukup seragam sehingga bentuk produk menjadi lebih beraturan tetapi, fenomena *case hardening*, *water front* dan keretakan tetap terjadi pada produk hasil pengeringan .

4.3 PENGARUH *PRE-TREATMENT* TERHADAP SAMPEL HASIL PENGERINGAN

Pada subbab IV.1 telah dijelaskan beberapa penurunan kualitas produk pengeringan yang terjadi pada metode pengeringan yang dilakukan. Salah satu penurunan kualitas tersebut adalah *case hardening*, fenomena ini terjadi pada pengambilan data 1,2,3, dan 4 fenomena ini sangat merugikan karena menyebabkan bagian dalam sampel tetap basah sedangkan permukaan telah mengering dan mengeras, bagian dalam sampel masih basah membuat sampel mempunyai kecenderungan untuk membusuk karena tingginya angka mikroorganisme yang hidup didalam bahan tersebut (biasanya dihubungkan dengan angka aktivitas air) . Telah dijelaskan juga pada subbab tersebut bahwa salah satu faktor penyebab *case hardening* adalah laju pengeringan yang terlalu cepat pada awal pengeringan. Berdasarkan teori dan hasil pengambilan data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sampel yang masih basah tidak dapat dikeringkan secara langsung didalam *mikrowave* maka dilakukan suatu *pre-treatment* yang bertujuan mengurangi kadar air pada sampel dengan laju pengeringan yang rendah. Salah satu *pre-treatment* yang dilakukan adalah dengan menggunakan kamar pendingin yang berada pada area PT.X, kamar pendingin tersebut memiliki temperatur 19⁰ C dan *relative humidity* yang cukup rendah yaitu sekitar 48 % dan pengeringan dilakukan selama 21 jam . Berikut akan ditampilkan tabel laju pengeringan pada proses pre-treatment pada kamar pendingin :

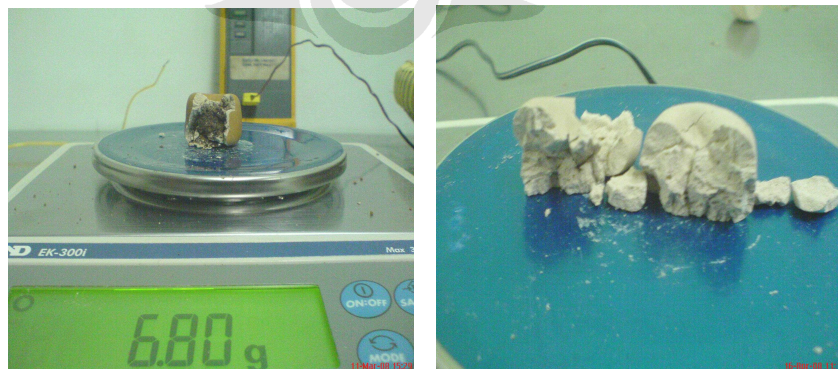
Tabel 4.2 Laju pengeringan rata-rata pada proses *pre-treatment*.

No	Nomor Percobaan	Jumlah sampel	Laju pengeringan rata-rata (gr/mnt)
1	6	5	0,00273
2	7	10	0,00386
3	8	10	0,00397

Pada dasarnya ada dua hal yang dipengaruhi oleh proses pre-treatment kedua hal tersebut adalah :

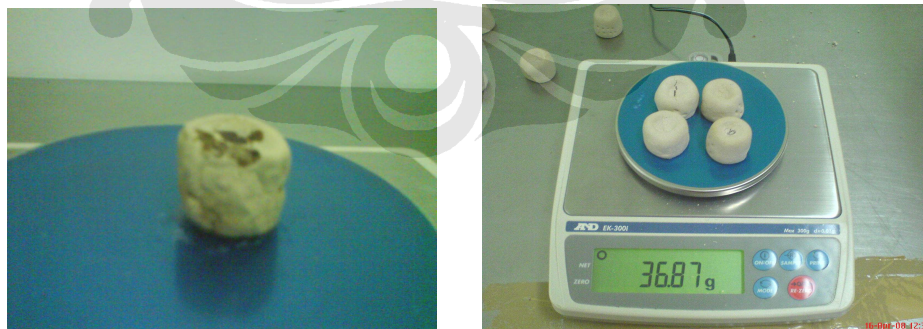
1. Mencegah terjadinya *case hardening*

Telah dijelaskan diatas bahwa tujuan utama dari pre-treatment adalah memperlambat laju pengeringan pada awal proses pengeringan. Hal ini sangat penting untuk menghindari fenomena *case hardening* pada sampel. Prinsip utama dari metode *pre-treatment* ini adalah memberikan proses perpindahan air (difusi) awal dari inti menuju permukaan secara seragam, perpindahan air ini terjadi secara seragam karena laju pengeringan berlangsung lambat. Sehingga, ketika sampel dikeringkan dengan metode yang mempunyai laju pengeringan lebih cepat seperti *microwave*, kadar air dalam bahan (inti) dapat menggantikan air yang menguap pada permukaan secara simultan sehingga fenomena *case hardening* tidak terjadi. Hal inilah yang membedakan antara hasil pengeringan yang menggunakan *pre-treatment* dan yang tidak menggunakan pretreatment. Pada sampel yang tidak menggunakan proses pre-treatment (masih dalam keadaan basah langsung kontak dengan *microwave*) tidak terdapat proses perpindahan air awal dari inti menuju permukaan akibatnya, ketika dilakukan proses pengeringan dengan laju pengeringan yang cukup tinggi seperti dengan menggunakan *microwave*, tidak terjadi proses penggantian air yang cukup untuk menggantikan air yang menguap pada permukaan yang mengakibatkan terjadinya fenomena *case hardening*.



Gambar 4.11. Perbandingan hasil pengeringan dengan tidak menggunakan proses *pre-treatment* (kiri) dan dengan menggunakan proses *pre-treatment* (kanan).

2. Memberikan penyusutan seragam pada sampel dan mengurangi keretakan
Telah dijelaskan pada subbab sebelumnya yaitu subbab IV.1 khususnya yang menjelaskan mengenai penyusutan (*shrinkage*). Pada dasarnya penyusutan dapat terjadi secara seragam apabila gradient kelembapan didalam bahan cukup rendah, dan suatu cara untuk membuat gradient kelembapan cukup rendah adalah dengan menggunakan laju pengeringan yang rendah (pengeringan pada temperatur rendah), sehingga dengan menggunakan proses *pre-treatment* yang mempunyai laju pengeringan rendah (dapat dilihat pada tabel 4.2) maka penyusutan terjadi secara seragam. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya (bagian 1) bahwa *pre-treatment* akan menghasilkan suatu proses difusi air awal dari inti menuju permukaan sehingga ketika sampel dikeringkan dengan mikrowave yang mempunyai laju pengeringan cukup tinggi dapat terjadi suatu penggantian air yang cukup pada permukaan (yang hilang akibat penguapan pada permukaan) apabila penggantian air terjadi secara simultan maka gradient kelembapan didalam sampel rendah dan penyusutan terjadi secara seragam. (bentuk yang lebih beraturan) Selain itu, gradien kelembapan yang rendah akan mengurangi gaya tekan dari inti dan penyusutan yang seragam akan mengurangi gaya tarik pada permukaan sampel sehingga akan mengurangi keretakan yang terjadi pada sampel

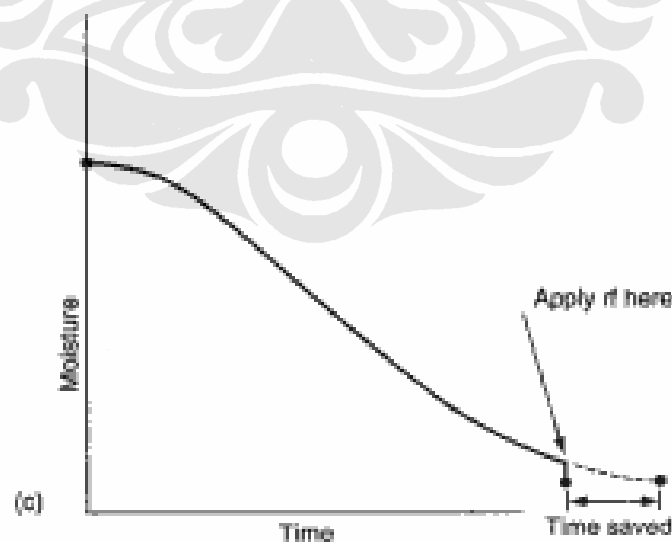


Gambar 4.12. Penyusutan yang tidak seragam (kiri) tidak menggunakan *pre-treatment* dan penyusutan yang seragam (kanan) menggunakan *pre-treatment*.

3. Mengurangi konsumsi energi yang dibutuhkan dalam proses pengeringan

Penggunaan *microwave* dalam proses pengeringan memiliki banyak keuntungan antara lain : laju pengeringan yang cepat, pengeringan yang seragam dsb. Tetapi penggunaan *microwave* juga mempunyai beberapa kerugian, antara lain penggunaan konsumsi energi yang cukup besar. Oleh karena itu dalam industri pengeringan yang modern penggunaan *microwave* biasanya digabungkan dengan proses pengeringan lainnya seperti oven konvensional. Mujumdar dalam bukunya yang berjudul " *Fundamentals of drying process* " menjelaskan ada tiga (3) metode yang digunakan untuk menggabungkan proses pengeringan dengan *microwave* dan proses pengeringan yang lainnya. Ketiga metode tersebut adalah *preheat*, *booster drying* dan *finish drying* .

Pada metode *preheat*, *microwave* digunakan sebagai pengeringan awal pada proses pengeringan, sedangkan pada metode *booster drying*, proses pengeringan dengan *microwave* dilakukan ketika bahan yang akan dikeringkan telah mencapai *falling rate* pada kurva kadar air terhadap waktu, dan pada metode terakhir yaitu *finish drying* proses pengeringan dengan *microwave* dilakukan apabila kadar air didalam produk telah mencapai 1/3 dari kadar air awal.



Grafik 4.1. Metode *Finish drying*.

Sumber : Mujumdar ,A.S., 1995, *Handbook of Industrial Drying*, 2nd edition, Marcel Dekker, New York.

Berdasarkan hal tersebut dan data yang didapatkan dari lapangan maka penulis menyimpulkan bahwa proses *pre-treatment* yang digabungkan dengan proses pengeringan microwave merupakan penerapan dari metode *finish drying*. Hal tersebut dikarenakan pada akhir proses *pre-treatment* kadar air telah mencapai lebih kurang $\frac{1}{3}$ (33,33 %)dari kadar air awal. Berikut akan ditampilkan tabel yang menunjukkan data kadar air setelah proses *pre-treatment*

Tabel 4.3. Kadar air produk setelah proses *pre-treatment*.

No	No Percobaan	Kadar air setelah proses <i>pre-treatment</i>	Perbandingan terhadap kadar air awal
1	6	19,23 %	47,13 % terhadap kadar air awal
2	8 Percobaan kasa	16,71 %	40,9% terhadap kadar air awal
3	8 Percobaan spons	15,79 %	38,7 % terhadap kadar air awal
4	10 Percobaan kasa	18,28 %	44,8 % terhadap kadar air awal
5	10 Percobaan spons	19,06 %	46,7 % terhadap kadar air awal.

4.4 PENGARUH PENGGUNAAN SPONS DAN KASA TERHADAP SAMPEL HASIL PENGERINGAN

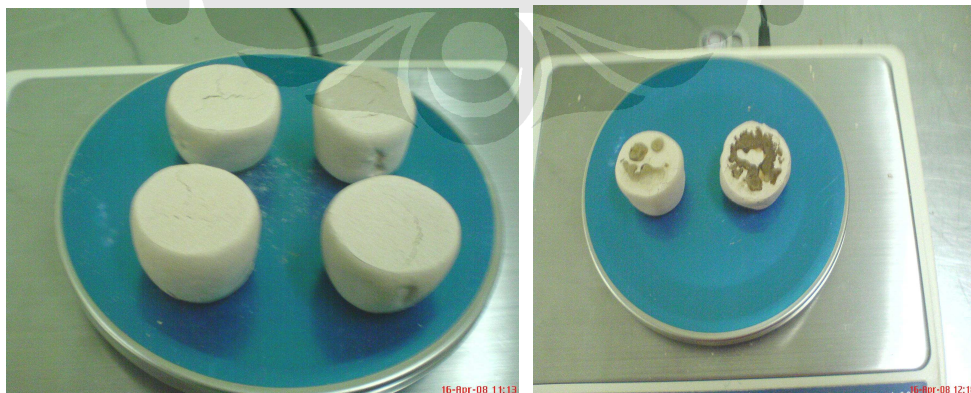
Pada subbab IV.1 telah dijelaskan mengenai fenomena water front yang terjadi pada hasil pengeringan sampel. Fenomena ini terjadi apabila proses pengeringan yang dilakukan tidak seragam, akibatnya bagian bawah sampel tidak mendapatkan fluks panas yang sama dengan bagian atas sampel (gelombang eletromagnetik pertama kali diserap oleh bagian atas) sehingga ketika proses pengeringan tetap dilanjutkan bagian atas akan mengalami pengeringan lebih awal dibandingkan bagian bawah. Hal ini akan menyebabkan bagian bawah tetap basah sedangkan bagian atas sudah kering, apabila hal ini terjadi secara terus menerus maka akan terjadi bercak-bercak kecoklatan pada bagian bawah sampel. Bercak-

bercak kecoklatan ini terjadi karena bagian bawah sampel menempel dengan *turntable microwave* sehingga uap air dan air yang berdifusi akan tertahan dan menempel pada *turntable*.

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan spons dan kasa sebagai alas dari bagian bawah sampel. Pada dasarnya spons merupakan suatu bahan yang dapat menyerap air dan dapat dibuat dari serat kayu ataupun dari busa polymer. Spons dan kasa dipilih karena memiliki pori-pori yang cukup banyak, dengan adanya pori-pori tersebut maka uap air dan air yang akan berdifusi dari permukaan dan inti dari bahan tidak akan tertahan oleh *turntable* sehingga akan mencegah timbulnya bercak-bercak pada bagian dasar sampel.



Gambar 4.13. Penggunaan alas kasa (kiri) dan spons (kanan) yang dapat mencegah bercak-bercak kecoklatan.



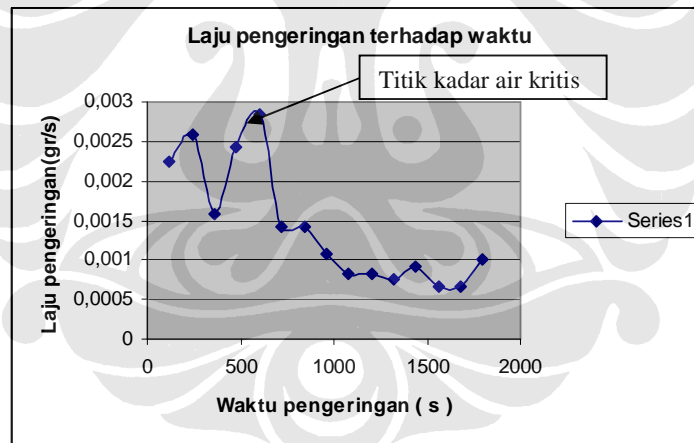
Gambar 4.14. Perbandingan hasil pengeringan dengan penggunaan alas (kiri) dan tidak menggunakan alas (kanan).

Metode penggunaan alas spons dan kasa cukup berhasil karena tidak terdapat bercak-bercak kecoklatan lagi pada bagian bawah sampel (lihat gambar 4.12) sayangnya adanya alas dan kasa didalam proses pengeringan yang dilakukan akan memperlambat laju pengeringan hal ini disebabkan gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh magnetron tidak seluruhnya diserap oleh sampel akan tetapi sebagian gelombang tersebut akan diserap oleh kasa dan spons. Hal ini akan mengakibatkan waktu pengeringan yang lebih lama dan konsumsi energi yang lebih besar.

4.5 ANALISA GRAFIK

Analisa hanya dilakukan pada grafik yang didapatkan pada pengambilan data ke- 10 khususnya pada pengeringan dengan menggunakan alas kasa, hal ini dikarenakan pengambilan data yang dilakukan cukup banyak sehingga tidak memungkinkan untuk menganalisis semua pengambilan data yang dilakukan dan agar pembahasan yang dilakukan lebih fokus.

IV.5.1 Analisa grafik Laju pengeringan terhadap waktu

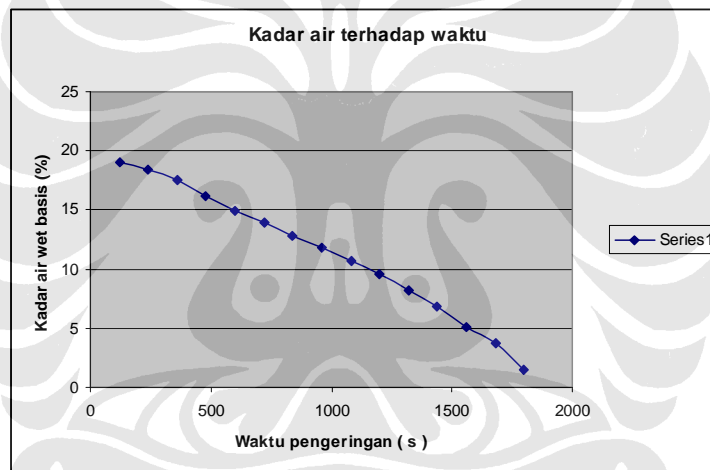


Grafik 4.2. Laju pengeringan terhadap waktu pengambilan data 8 dengan alas kasa.

Grafik 4.2 menunjukkan suatu titik yang membatasi falling rate dan constant rate, titik ini biasa disebut dengan titik kadar air kritis, titik air kritis merupakan suatu titik dimana setelah titik tersebut laju pengeringan akan turun secara drastis. Pada grafik 4.2 khususnya pada zona *falling rate*, laju pengeringan tidak stabil dan menunjukkan adanya kenaikan dan penurunan laju pengeringan hal ini disebabkan proses pengeringan yang dilakukan tidak berlangsung secara terus menerus (*continous*), dikarenakan pemancaran gelombang elektromagnetik

tidak terus menerus (telah dijelaskan pada dasar teori bahwa type pemanasan pada mikrowave didasarkan pada banyaknya pemancaran gelombang elektromagnetik oleh magnetron dalam selang waktu tertentu) dan adanya proses penghentian pengeringan untuk pengambilan data setiap 2 menit. Hal ini menyebabkan terhentinya difusi air dari inti menuju permukaan ataupun dari permukaan menuju lingkungan ketika penghentian alat dan pemancaran gelombang tidak dilakukan, akibatnya pada proses pengeringan berikutnya maka difusi air tersebut menjadi terakumulasi dan menyebabkan perubahan massa dari produk lebih besar jika dibandingkan proses pengeringan sebelumnya, dan laju pengeringan juga akan meningkat jika dibandingkan proses pengeringan sebelumnya.

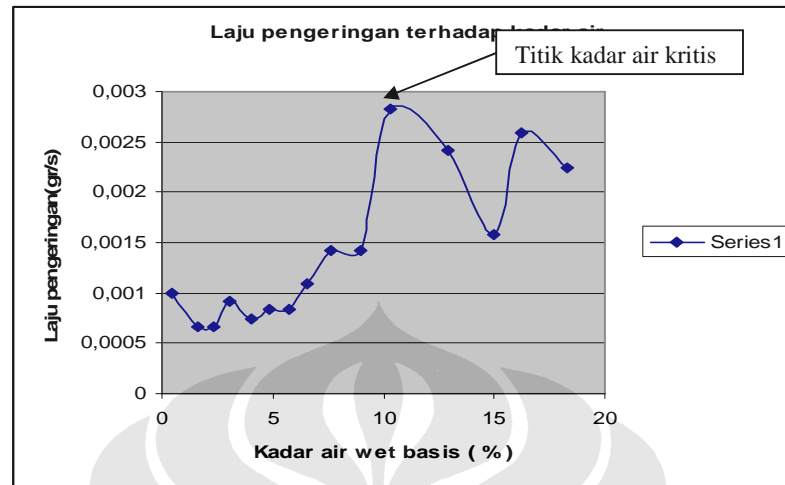
4.5.2 Analisa grafik kadar air terhadap waktu



Grafik 4.3. Kadar air terhadap waktu pada pengambilan data ke 10 dengan alas kasa.

Pada grafik 4.3 yang menunjukkan karakteristik kadar air terhadap waktu tidak ada suatu fenomena yang terjadi. Dapat dilihat pada grafik ini semuanya berjalan dengan cukup baik dan sesuai dengan referensi . Dapat dilihat pada grafik bahwa kadar air dalam sampel terus menurun sepanjang waktu pengeringan.

4.5.3 Analisa grafik laju pengeringan terhadap kadar air



Grafik 4.4. Laju pengeringan terhadap kadar air pengambilan data ke 8 dengan alas kasa.

Telah dijelaskan sebelumnya khususnya pada bab II mengenai dasar teori bahwa konstanta dielektrik suatu bahan akan menurun seiring dengan berkurangnya kadar air didalam bahan, hal ini dikarenakan konstanta air adalah 78 sedangkan udara adalah 1 sehingga ketika kadar air didalam bahan semakin sedikit akibat proses pengeringan dan digantikan oleh pori-pori yang berisi udara maka bahan tidak dapat menyerap gelombang elektromagnetik melainkan hanya meneruskan gelombang elektromagnetik (bersifat seperti benda transparan contohnya udara dan gelas) dengan hanya meneruskan gelombang elektromagnetik maka laju pengeringan dalam bahan juga akan menurun. Dapat dilihat bahwa pada grafik 4.4 laju pengeringan memiliki kecenderungan untuk menurun ketika kadar air dalam bahan menurun, tetapi masih terdapat fluktuatif laju pengeringan. Hal ini disebabkan pengeringan tidak terjadi secara terus menerus dan mengakibatkan adanya penghentian difusi air dari inti bahan menuju permukaan dan dari permukaan menuju lingkungan dan ini akan menyebabkan difusi air akan terakumulasi pada proses pengeringan berikutnya dan menyebabkan laju pengeringan akan meningkat jika dibandingkan proses pengeringan sebelumnya.