

Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Kertas Berbahan Baku Nata de Soya

Chandra Satya Pujiarga*, Bambang Dwi Argo, Bambang Susilo

Jurusan Keteknik Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: chandratulungagung@yahoo.com

ABSTRAK

Limbah cair industri tahu merupakan bagian terbesar dan berpotensi mencemari lingkungan. Limbah cair tahu yang mengandung protein dan asam-asam amino cukup tinggi ini bisa dimanfaatkan untuk bahan dasar pembuatan nata dengan bantuan *Acetobacter xylinum*. Sifat dari nata yang memiliki selulosa seperti serabut pada semua tumbuhan berkayu, memungkinkan untuk dijadikan sebuah lembar kering atau kertas dari nata. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sifat fisik kertas dari bahan baku *nata de soya*, lama waktu pengeringan yang efektif serta mengetahui interaksi antara suhu pengeringan dengan lama pengeringannya. Bahan dasar *Nata de Soya* dalam penelitian ini dikeringkan dengan kombinasi perlakuan suhu (50°C, 70°C dan 90°C) dan lama pengeringan (4,6,8,10 dan 12 jam) menggunakan metode rancangan acak kelompok (RAK). Analisa kertas dilakukan berdasarkan sifat kertas meliputi kuat tarik, elongansi (presentasi pemanjangan), ketebalan, *swelling* (ketahanan terhadap air), warna dan kehalusan. Hasil penelitian menunjukkan sifat kertas meliputi nilai elongansi 1-3.6%, ketebalan 0.0106-0.0266cm, daya serap air 0.028-0.012gram/cm²hari, massa jenis 0.0233-0.0343gram/cm³, daya penusukan 1.16-15.03kg/cm², permeabilitas uap air 0.0116-0.0643gram/cm²hari, pengkerutan 0.7589-6.8771%, daya bakar 0.5633-1.0033detik dan kadar air 5.12-9.33%. Untuk mendapatkan nilai optimal pada penelitian diatas minimal dibutuhkan waktu 6 jam untuk proses lama pengeringan agar lembar kering *nata de soya* terbentuk dengan sempurna.

Kata Kunci: *Nata de Soya*, pengeringan, kertas

The Effect of Temperature and Drying Time on Paper Quality Made from Nata de Soya

ABSTRACT

Liquid waste from Tofu Industri known of the largest and potentially pollute the environment. Tofu liquid waste containing proteins and amino acids that can be used for basic material making nata with the *Acetobacter xylinum* assisted. The properties of nata that have cellulose like fibers in all woody plants, allowing it to be used as a dry sheet or paper from nata. The purpose of this study is to determine the physical properties of paper from raw materials *nata de soya*, effective long drying time and the interaction between the long drying temperature drying. *Nata de Soya* basic ingredients in this study were dried with combination treatment temperature (50°C, 70°C and 90°C) and drying time (4,6,8,10 and 12 hours) using a Randomized Block Design (RBD). Analysis conducted by the paper include tensile strength properties of paper, elongansi (presentation elongation), thickness swelling (water resistance), color and smoothness. The results show the nature of the paper include the value elongansi 1-3.6%, 0.0106-0.0266cm thickness, water absorption 0.028-0.012g/cm²day, density 0.0233-0.0343g/cm³, power stabbing 1.16-15.03kg/cm², the water vapor permeability 0.0116-0.0643g/cm²day, shrinkage 0.7589-6.8771%, power and fuel 0.5633-1.0033 seconds and moisture content of 5:12 to 9:33%. To obtain optimal values of these parameters it takes 6 hours for the long drying process in order to dry sheets *nata de soya* formed.

Key words : *Nata de Soya*, drying, paper

PENDAHULUAN

Permintaan produksi tahu (*tofu*) semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Jumlah industri tahu di Indonesia saat ini mencapai 84.000 unit usaha dengan kapasitas produksi lebih dari 2.560.000 ton per tahun. Industri tahu tersebut pasti menghasilkan limbah industri dalam bentuk limbah cair dan padat. Limbah cair merupakan bagian terbesar dan berpotensi mencemari lingkungan. Jumlah produksi tahu di Indonesia dari 2.560.000 ton per tahun ini menghasilkan limbah cair sebanyak 20.000.000 m³ per tahun dan merupakan jumlah yang tidak sedikit jadi perlu mendapatkan penanganan yang tepat.

Penanganan limbah organik melalui proses bioteknologi sederhana dengan bantuan bakteri asam cuka (*Acetobacter xylinum*) merupakan suatu alternatif penanganan limbah yang akan menghasilkan produk bahan makanan baru yang dikenal dengan *Nata de Soya* (Nurhayati, 2006). Bakteri *Acetobacter xylinum* ini bila ditumbuhkan pada limbah cair tahu dengan kadar karbon, nitrogen pH dan suhu yang tepat maka akan menghasilkan enzim yang dapat mempolimerasi *glukosa* menjadi rantai serat atau selulosa. Dimana selulosa sendiri merupakan senyawa yang berperan besar pada proses pembuatan kertas benang dan semua turunannya. Oleh karena itu selulosa yang dihasilkan dari limbah cair tahu dalam bentuk *nata de soya* diharapkan dapat menjadi bahan pengganti kertas yang terbarukan. Dengan mengetahui suhu dan lama pengeringan yang tepat, akan didapatkan perlakuan terbaik mulai dari kenampakan dan sifat fisik dari lembar kering *Nata de Soya*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari : timbangan, panci, plastik untuk wadah bahan yang telah difermentasi dengan panjang 36 cm, lebar 26 cm dan tinggi 10 cm, gelas ukur, kain saring, kompor gas, pengepres hidrolis dan mesin pengering. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: *whey* tahu yang diperoleh dari pabrik pembuatan tahu di daerah Nguntur Kabupaten Tulungagung, gula pasir (*sukrosa*), cuka (asam asetat galsial), Za (*amonium sulfat*), K₂HPO₄ (*Kalium Hidrophospat*), dan MgSO₄.2H₂O

Metode Penelitian

Penelitian ini disusun dengan menggunakan metode rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor yaitu suhu pengeringan (50, 70 dan 90°C) dan lama pengeringan (4, 6, 8, 10, dan 12 jam). Kombinasi perlakuan diulang 3 kali sehingga terdapat 45 satuan percobaan. Parameter pengamatan yang dilakukan meliputi : 1) kuat tarik dan elongasi, 2) ketebalan, 3) daya serap, 4) massa jenis, 5) daya tembus, 6) permeabilitas uap air, 7) pengkerutan, 8) daya bakar, dan 9) kadar air.

Pembuatan Nata de Soya

Pada tahap ini dilakukan pengembangan kultur *A. Xylinum* murni dan untuk pembuatan *starter* yang akan diinokulasi ke dalam medium fermentasi. Adapun proses pengembangan *starter* adalah sebagai berikut:

- Persiapan media

Whey tahu disaring dengan kain saringan dan ditempatkan pada sebuah panci. Kemudian diberikan bahan tambahan untuk memenuhi nutrisi yang dikehendaki oleh bakteri seperti gula sebanyak 10% b/v, amonium sulfat 0.5% b/v, K₂HPO₄ b/v, dan MgSO₄.2H₂O sebanyak 0.33% b/v. Setelah itu dilakukan pengadukan.

- Perebusan
Air hasil penyaringan tersebut kemudian di rebus selama 15 menit sampai mendidih. Setelah itu panci di angkat dari atas kompor, lalu dilakukan pendinginan sampai medium bersuhu $25 \pm 1^\circ\text{C}$.
- Penambahan Asam Asetat
Penambahan asam asetat pada medium dilakukan untuk memberikan kondisi asam pada medium fermentasi yaitu sebanyak 2% v/v.
- Inokulasi
Tahap inokulasi dilakukan dengan teknik aseptis yaitu dengan menambahkan kultur murni *Acetobacter xylinum* sebanyak 10% v/v pada medium dan langsung dilakukan penutupan wadah dengan menggunakan kertas koran steril dan diikat karet gelang.
- Inkubasi
Inkubasi dilakukan pada suhu kamar, dan untuk *starter* lama inkubasi hanya 15 hari (dalam waktu 3 hari inkubasi sudah bisa digunakan sebagai stater pada fermentasi nata selanjutnya). Pada tahap inkubasi untuk memperoleh nata yang siap dipanen memerlukan waktu selama 15 hari.

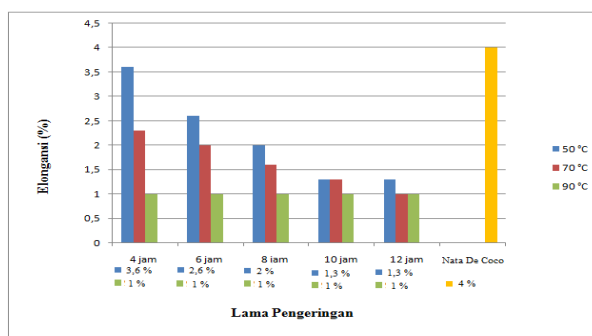
Pembuatan Lembar kertas Nata

Proses pembuatan lembar kering nata ini meliputi : 1) Persiapan media yaitu dengan membersihkan *Nata de soya* dengan air, 2) Pengepresan menggunakan pengepres hidrolik hanya untuk mengurangi kadar air sebelum proses pengeringan, 3) Pendinginan yang dilakukan selama 1 hari untuk membuat pori-pori pada lembar nata semakin padat, 4) Pengeringan yang dilakukan untuk mengeringkan kertas sehingga menjadi sebuah lembaran kertas yang berbahan dasar *nata de soya* menggunakan pengering vakum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Elongansi Lembar Kering Nata de Soya

Hasil penelitian menunjukan rerata panjang saat putus (elongasi) lembar kering nata pada berbagai perlakuan suhu dan lama pengeringan *Nata de Soya* berkisar antara 1 – 3,6 %. Histogram hubungan antara lama pengeringan dengan elongasi serta perbandingan rerata pertambahan panjang (elongasi) lembar kering *nata de coco* dapat dilihat pada Gambar 1.



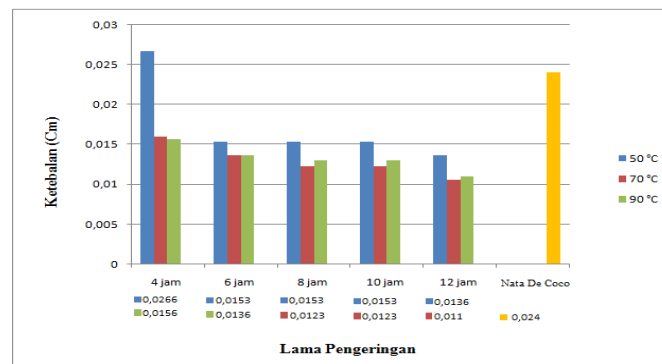
Gambar 1. Rerata elongansi lembar kering Nata de Soya pada suhu dan lama pengeringan yang berbeda.

Pada Gambar 1 tersebut besarnya persentase elongansi cenderung terjadi pada suhu terendah yaitu 50°C dan akan semakin menurun seiring dengan besarnya suhu dan lama pengeringan. Adanya kecenderungan data yang menurun dengan bertambahnya suhu dan lama pengeringan dapat disebabkan adanya perbedaan kandungan kadar air bahan, semakin besar kandungan airnya maka semakin elastis sifat fisik dari bahan. Penurunan persen elongansi diduga karena semakin terbukanya gulungan spiral antar serat selulose pada nata yang berasal

dari sifat bahan itu sendiri sehingga suhu tidak berpengaruh besar terhadap daya elongansi. Hal ini sesuai dengan pendapat Zemansky (2005) yang menyatakan bahwa elongansi pada lembar kering yang dipengaruhi oleh sifat bahan itu sendiri dan besarnya tegangan atau tarikan yang dikarenakan pada bahan tersebut.

Ketebalan Lembar Kering Nata de Soya

Hasil penelitian menunjukkan rerata ketebalan lembar kering nata pada berbagai perlakuan suhu dan lama pengeringan *Nata de Soya* berkisar antara 0,0106 – 0,0266 cm. Histogram hubungan antara lama pengeringan dengan ketebalan serta perbandingan rerata ketebalan lembar kering *nata de coco* dapat dilihat pada Gambar 2.

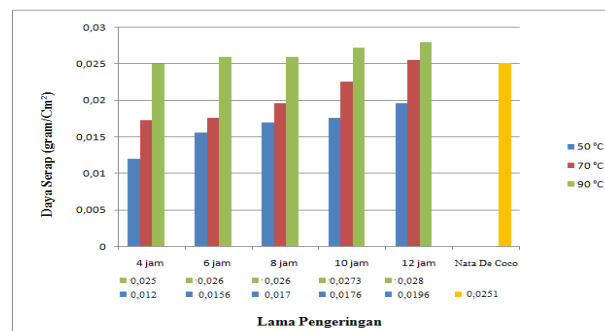


Gambar 2. Rerata Ketebalan lembar kering Nata de Soya pada suhu dan lama pengeringan yang berbeda.

Pada Gambar 2, dapat di lihat bahwa bahwa suhu tidak terlalu berpengaruh besar terhadap ketebalan kertas, melainkan lama pengeringan. Ketebalan juga dipengaruhi oleh sifat fisik bahan yaitu nata itu sendiri dimana kandungan kimia sebagian besar adalah selulosa (0,9%), air (99%) dan sisanya (0,1%) adalah protein, asam-asam organik dan gula. Konsentrasi nata de soya memberikan pengaruh nyata pada ketebalan lembaran nata. Hal ini dikarenakan nata de soya memiliki nilai kandungan serat yang tinggi (Ariyanto, 2007). Sesuai dengan sifat fisik nata de soya yang memiliki ketebalan sekitar 1-1,5 cm, namun pada saat dihancurkan (dibuat lebih kecil), nata de soya memiliki kandungan serat selulosa yaitu sekitar 0,55-0,67% sehingga hal ini memberikan pengaruh terhadap ketebalan lembar kertas.

Daya Serap Air

Hasil penelitian menunjukkan rerata daya serap air lembar kering nata pada berbagai perlakuan suhu dan lama pengeringan *Nata de Soya* berkisar antara 0,012 – 0,028 gram/cm²/hari. Histogram hubungan antara lama pengeringan dengan daya serap air serta perbandingan rerata daya serap air lembar kering *nata de coco* dapat dilihat pada Gambar 3.

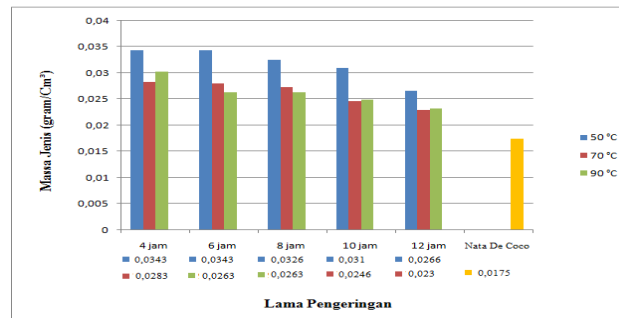


Gambar 3. Rerata daya serap air lembar kering Nata de Soya pada suhu dan lama pengeringan yang berbeda.

Pada Gambar 3 dapat di lihat bahwa bahwa daya serap tertinggi dicapai pada lembar kering yang dikeringkan pada suhu 90°C sedangkan daya serap terendah dicapai pada lembar kering yang dikeringkan dengan suhu 50°C, hal ini diduga perbedaan terbentuknya pori-pori permukaan lembar kering dengan dipengaruhi oleh semakin lama waktu pengeringan dan suhu yang semakin tinggi. Struktur jaringan bahan yang dikeringkan akan mengalami kerusakan dan pada bagian luar bahan akan membentuk lapisan kulit yang *impermeable* sehingga sulit dilalui oleh molekul air (Wirakartakusumah, 1992).

Massa Jenis

Hasil penelitian menunjukkan rerata berat jenis lembar kering nata pada berbagai perlakuan suhu dan lama pengeringan *Nata de Soya* berkisar antara 0,023 – 0,0343 gram/cm³. Histogram hubungan antara lama pengeringan dengan masa jenis serta perbandingan rerata masa jenis lembar kering *nata de coco* 4 % dapat dilihat pada Gambar 4.

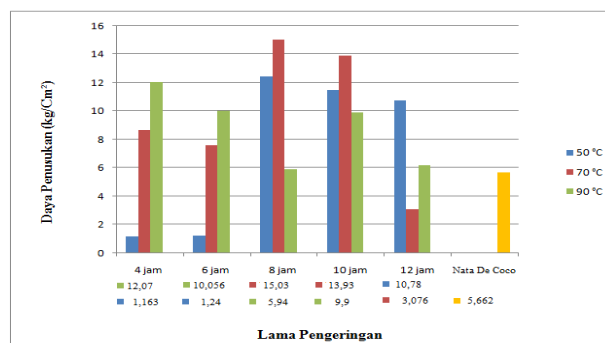


Gambar 4. Rerata Massa Jenis lembar kering Nata de Soya pada suhu dan lama pengeringan yang berbeda.

Pada Gambar 4, dapat di lihat bahwa bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan cenderung semakin menurun seiring lamanya waktu pengeringan dan besarnya suhu pengeringan. Diduga penurunan berat jenis lembar kering terjadi karena penurunan kandungan total asam dan kadar air lembar kering nata dengan semakin lamanya perlakuan suhu dan lama pengeringan. Dalam hal ini perlakuan memang tidak mempengaruhi massa lembar kering, yang mempengaruhi berat adalah ukuran bahan dan kadar air bahan itu sendiri. Pada ukuran, ketebalan dan kadar air yang sama maka berat bahan tersebut akan sama.

Daya Penusukan

Hasil penelitian menunjukkan rerata daya penusukan lembar kering nata pada berbagai perlakuan suhu dan lama pengeringan *Nata de Soya* berkisar antara 1,16 – 15,03 (kg/cm²). Histogram hubungan antara lama pengeringan dengan daya penusukan serta perbandingan dengan lembar kering *nata de coco* dapat dilihat pada Gambar 5.

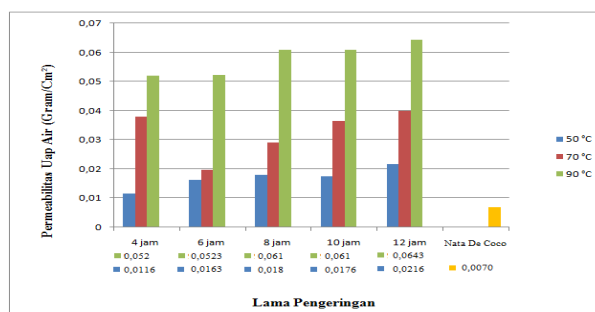


Gambar 5. Rerata daya penusukan lembar kering Nata de Soya pada suhu dan lama pengeringan yang berbeda.

Pada Gambar 5, dapat dilihat bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan tidak dapat menunjukkan pengaruh terhadap besarnya daya penusukan. Diduga hal tersebut disebabkan oleh pengaruh pengkerutan pada lembar kering nata, karena besarnya pengkerutan menyebabkan molekul serta kerapatan bahan saat diuji dalam luasan tertentu menjadikan nilai daya penusukan tidak sama dan tidak terpengaruh oleh suhu dan lama pengeringan. Hal ini sesuai dengan pendapat Fellows (1990), bahwa bahan pangan padat yang dikeringkan akan kehilangan tekstur yang bisa disebabkan gelatinisasi pati, kristalisasi selulosa dan perbedaan kadar air pada tempat yang berbeda di dalam bahan selama pengeringan yang akan menyebabkan adanya tekanan di dalam bahan itu.

Permeabilitas Uap Air

Hasil penelitian menunjukkan rerata daya permeabilitas uap air lembar kering nata pada berbagai perlakuan suhu dan lama pengeringan *Nata de Soya* berkisar antara 0,0116 – 0,0643 gram/cm²/hari. Histogram hubungan antara lama pengeringan dengan permeabilitas uap air serta perbandingan dengan lembar kering *nata de coco* dapat dilihat pada Gambar 6.

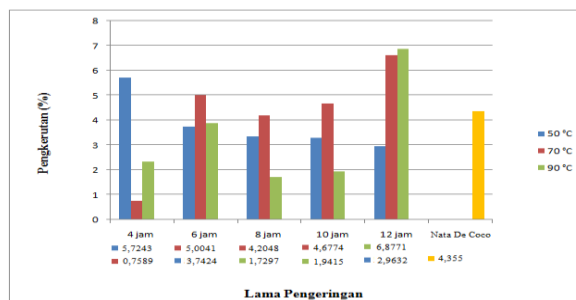


Gambar 6. Rerata permeabilitas uap air lembar kering Nata de Soya pada suhu dan lama pengeringan yang berbeda

Pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan berpengaruh terhadap permeabilitas uap air, sehingga semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin besar jumlah uap air yang mampu menembus lembaran kering nata tersebut. Hal ini berarti permeabilitas uap air lembar kering itu semakin besar. Menurut Pantastico, 1989 yang mempengaruhi penetrasi uap air selain adanya perbedaan tekanan parsial adalah ukuran molekul yang melewati lapisan pengemas, panjang jalan yang ditempuh (ketebalan lapisan) dan ukuran lubang-lubang pada lapisan.

Daya Pengkerutan

Hasil penelitian menunjukkan rerata daya pengkerutan lembar kering nata pada berbagai perlakuan suhu dan lama pengeringan *Nata de Soya* berkisar antara 0,7589 – 6,8771%. Histogram hubungan antara lama pengeringan dengan daya pengkerutan serta perbandingan dengan lembar kering *nata de coco* dapat dilihat pada Gambar 7.

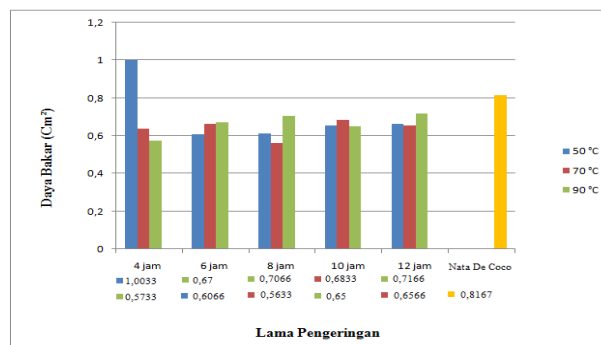


Gambar 7. Rerata daya pengkerutan lembar kering Nata de Soya pada suhu dan lama pengeringan yang berbeda

Pada Gambar 7, dapat dilihat bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan berpengaruh terhadap daya pengkerutan, terlihat bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan mempengaruhi tingkat pengkerutan lembar kering nata. Berdasarkan sifat dasar dari nata itu sendiri nata merupakan serat-serat selulosa yang memadat dan rapat sedangkan molekulnya akan melebar jika dipanaskan sampai titik tertentu dan akan kembali mengkerut setelah melewati suhu dan lama pengeringan tertentu. Menurut Wirakartakusumah (1992), jika suatu bahan dikeringkan secara lambat, kadar air dibagian pusat tidak pernah berbeda besar dengan bagian permukaan, tekanan internal kecil sekali dan bahan menyusut menjadi terasa padat.

Daya Bakar

Hasil penelitian menunjukkan rerata daya serap air lembar kering nata pada berbagai perlakuan suhu dan lama pengeringan *Nata de Soya* berkisar antara 0,5633 – 1,0033 cm²/dt. Histogram hubungan antara lama pengeringan dengan daya bakar serta perbandingan dengan lembar kering *nata de coco* dapat dilihat pada Gambar 8.

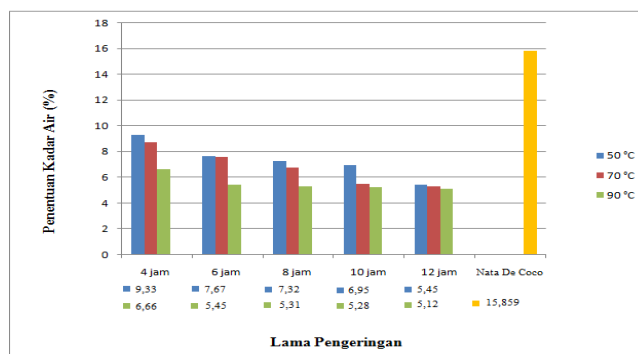


Gambar 8. Rerata daya bakar lembar kering Nata de Soya pada suhu dan lama pengeringan yang berbeda

Pada Gambar 8, dapat dilihat bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan tidak berpengaruh nyata terhadap berat jenis lembar kering. Adanya kecenderungan data yang naik turun bisa diabaikan sebab perbedaan nilai sangat kecil yaitu rata-rata 0.003 detik. besarnya daya bakar yang terjadi pada lembar kering nata ternyata memiliki kemampuan terbakar yang sangat cepat, dapat dilihat diatas bahwa kecepatan terbakar rata-rata kurang dari 1 detik/cm² ini menunjukkan bahwa bahan segera terbakar begitu di dekatkan dengan api. Pengaruh kecepatan daya bakar tersebut disebabkan oleh sifat dasar bahan dimana selulosa termasuk ke dalam bahan yang mudah terbakar, serta kandungan air bahan. Oleh karena itu kemampuan terbakar lembar kering nata pada berbagai perlakuan suhu dan lama pengeringan kurang lebih adalah sama.

Kadar Air

Hasil penelitian menunjukkan rerata daya serap air lembar kering nata pada berbagai perlakuan suhu dan lama pengeringan *Nata de Soya* berkisar antara 5,12 – 9,33 %. Histogram hubungan antara lama pengeringan dengan kadar air serta perbandingan dengan lembar kering *nata de coco* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rerata kadar air lembar kering Nata de Soya pada suhu dan lama pengeringan yang berbeda

Pada Gambar 9, dapat dilihat bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan berpengaruh nyata terhadap penentuan kadar air bahan dimana semakin besar suhu dan lama pengeringan maka kandungan kadar air pada lembar nata akan semakin menurun. Pada analisa diatas nilai yang ingin dicapai untuk kadar air nata adalah kurang dari 10% penentuan kadar air tersebut telah ditentukan berdasarkan penelitian pendahuluan. Menurut Ariyanto (2007) proses pengeringan pada pembuatan kertas mempunyai tujuan untuk menurunkan kadar air dari bahan yang digunakan.

Penentuan Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik pada kertas lembar kering nata dengan menggunakan bahan dasar nata de soya dilakukan dengan melihat nilai ideal untuk tiap parameternya untuk persyaratan standart mutu dan sebagai perbandingan data ditambahkan nilai untuk jenis kertas nata de coco. Perbandingan perlakuan terbaik dengan SNI dan peneliti terdahulu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan perlakuan terbaik dengan SNI dan peneliti terdahulu

Parameter	Satuan	Standar mutu kertas pembungkus (SNI)	Perlakuan Terbaik Nata de Coco (Anjar.A,2000)	Perlakuan Terbaik uji kertas Nata de Soya
Elongansi	%	min 2,0	4	3,6
Ketebalan	Cm	min 0,050	0,024	0,0266
Daya serap air	gram/cm ²	min 0,020	0,0251	0,028
Berat jenis	gram/cm ²	min 0,50	0,0168	0,023
Daya penusukan	kg/cm ²	min 12	5,662	15,03
Permeabilitas uap air	gram/cm ²	≤ 0,05	0,057	0,0116
Pengkerutan	%	max 1	4,355	0,7589
Daya bakar	detik/cm ²	max 1	0,8167	0,5633
Kadar air	%	4,5 – 6,0	13,785	5,12

Berdasarkan pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa perlakuan terbaik uji kertas Nata de Soya pada penelitian ini sudah cukup sesuai dengan SNI untuk kertas pembungkus. Jika dilihat dari semua parameter, hanya 1 parameter saja yang tidak sesuai dengan SNI yaitu berat jenis kertas. Hal ini dikarenakan lembar nata hanya merupakan lembar murni dari serat selulosa sedangkan untuk mendapatkan nilai berat jenis yang sesuai dengan mutu standar kertas pembungkus masih perlu dilakukan pengkajian ulang, salah satu contohnya yaitu dengan menambahkan lapisan perekat Pv Ac.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan nilai dari setiap parameter uji lembar kering dari Nata de Soya meliputi elongansi 1-3,6 %; ketebalan 0,0106-0,0266 cm; daya serap air 0,028-0,012 gram/cm²hari; massa jenis 0,0233-0,0343 gram/cm³; daya penusukan 1,16-15,03 kg/cm²; permeabilitas uap air 0,0116-0,0643 gram/cm²hari; pengkerutan 0,7589-6,8771%, daya bakar 0,5633-1,0033 detik dan kadar air 5,12-9,33%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mendapatkan nilai optimal pada penelitian diatas minimal dibutuhkan waktu 6 jam untuk proses lama pengeringan agar lembar kering nata de soya terbentuk dengan sempurna. Hasil uji lembar kering atau kertas yang dihasilkan dari Nata de Soya ini sudah sesuai dengan nilai standar mutu SNI yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjar, A. 2000. Karakteristik Sifat Fisik Lembar Kering Nata De Coco sebagai salah satu bahan pengering. (PhD.Skripsi). Universitas Brawijaya Malang.
- Ariyanto, T. 2007. Kertas Kalkir Dari Serat Nata De Coco (Kajian Penambahan Konsentrasi Wet Strength Resin dan Lama Penguraian Serat). Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Fellows, P. 1990. Food Processing Technology. Ellis Horwood. New York.
- Nurhayati, Siti. 2006. *Pengaruh Kadar Gula dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Nata De Soya*. Jurnal Matekatika, Sains dan Teknologi Volume 7 Universitas Terbuka Jakarta.
- Pantastico, E. R. B. 1989. Post Harvest Technology Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. The AVI Publishing Co. Westport, conn
- Pantastico, E. R. B. 1986. Fisiologi Pasca Panen. Terjemahan. Penerbit Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Wirakartakusumah, A., Subarna, Arpah. M, Dahrulsyah, dan Budiati, S.I. 1992. Peralatan dan Unit Proses Industri Pangan. Departemen pendidikan dan kebudayaan. DIKTI. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Zemansky, S. 2005. Fisika Dasar. (Alih Bahasa Soedarjana dan Achmad, A) Bina Cipta. Jakarta.