

Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Terhadap Sifat Termofisik dan Rheologi Ekstrak Jus Buah Mengkudu

Abdul Aziz dan Tanty Wulandari
Dosen pembimbing Ir. C. Sri Budiyati, MT
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang

Abstrak

Pada umumnya, buah mengkudu diolah menjadi jus. Sedangkan daun, bunga dan akarnya dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan tradisional. Proses pembuatan jus buah mengkudu memerlukan data-data sifat transfer dari sifat reduksi transfer panas dan perubahan perpindahan panas dan proses fluida. Sifat-sifat termofisik dan rheologi yang diperlukan dalam mengevaluasi, merancang, dan memodelkan proses-proses perpindahan panas, yaitu densitas (ρ), kapasitas panas spesifik (C_p), dan viskositas (μ). Viskositas sebagai salah satu sifat rheologi fluida merupakan sifat fisik yang turut menentukan kualitas makanan yang berbentuk cair. Pengaruh suhu dan konsentrasi terhadap viskositas harus diketahui untuk memahami satuan operasi, seperti perpindahan panas dan evaporasi pemekatan makanan berbentuk cair. Berdasarkan data yang diperoleh, semakin besar perbandingan cairan jus jernih maka semakin besar densitas. Selain itu, semakin tinggi viskositas maka semakin tinggi kadar padatan.

Kata kunci : Termofisik, rheologi, densitas, kapasitas panas spesifik, dan viskositas

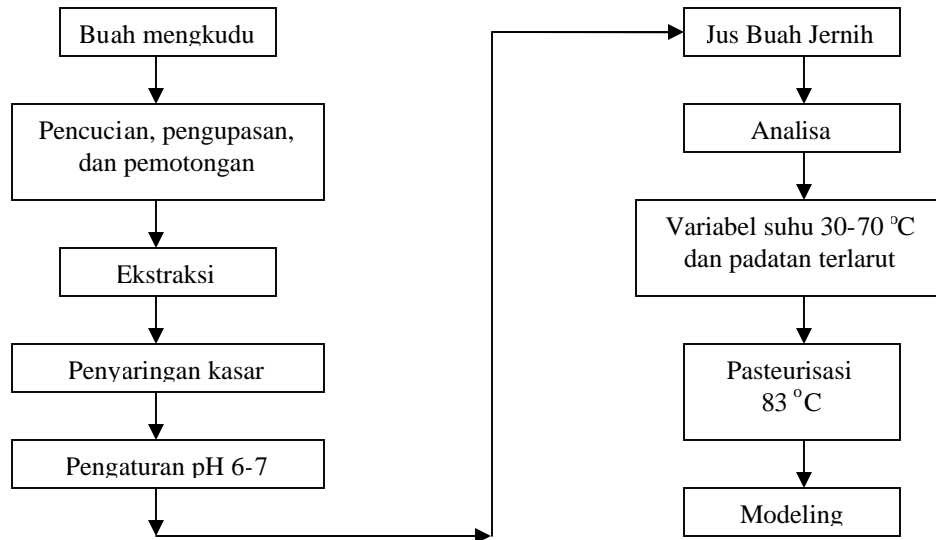
PENDAHULUAN

Mengkudu (*Morinda Citrifolia L*) merupakan salah satu tanaman obat tropis yang termasuk dalam suku *Rubiceae* (kopi-kopian), dan dikenal dengan banyak nama, seperti Pace, Lengkuu, Noni, dan Indian Mulberry. Pada umumnya, buah mengkudu diolah menjadi jus. Sedangkan daun, bunga dan akarnya dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan tradisional. Dalam rangka memperoleh rancangan, operasi, pengendalian proses, dan evaluasi proses pengolahan jus buah yang tepat, pengetahuan mengenai sifat termofisik dan kelakuan rheologi jus buah yang dipengaruhi oleh konsentrasi dan suhu merupakan landasan yang sangat penting. Sifat-sifat termofisik dan rheologi yang diperlukan dalam mengevaluasi, merancang, dan memodelkan proses-proses perpindahan panas, yaitu densitas (ρ), kapasitas panas spesifik (C_p), dan viskositas (μ).

Informasi mengenai sifat termofisik dan rheologi jus buah yang tersedia di literatur tidak mencakup rentang suhu dan konsentrasi dalam proses pemekatan dan pemurnian jus buah. Maka penelitian ini secara khusus ditujukan untuk menentukan viskositas, densitas dan padatan terlarut; mengajukan model matematika untuk memprediksi sifat termofisik dan rheologi jus buah mengkudu sebagai fungsi suhu dan konsentrasi padatan terlarut.

Pemuliaan terhadap buah mengkudu menjadi jus buah yang higienis diharapkan dapat meningkatkan penghasilan petani melalui budidaya tanaman mengkudu dan meningkatkan pendapatan nasional melalui ekspor hasil jus buah mengkudu yang dihasilkan oleh pabrik pengolahan hasil pertanian. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat membantu pemerintah dalam meningkatkan tingkat kesehatan masyarakat melalui konsumsi jus buah mengkudu sebagai minuman kesehatan dan menurunkan impor obat-obatan.

Jus buah mengkudu biasanya diproduksi dengan mengekstrak buah mengkudu segar, dilanjutkan dengan beberapa tahap pengolahan dasar, seperti penyaringan, hidrolisis kandungan pati, penghentian aktivitas enzyme-enzyme yang digunakan, klarifikasi, pengaturan pH, dan pasteurisasi. Semua tahapan tersebut perlu dilakukan untuk menjamin kualitas jus buah yang dihasilkan terhadap nilai gizi, rasa, penampilan fisik dan pertimbangan kesehatan. Diagram alir proses pembuatan jus buah mengkudu seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Jus Buah Mengkudu

Beberapa negara seperti Costarica dan Kamboja telah berhasil meningkatkan luas lahan budidaya mengkudu sebagai tanggapan terhadap meningkatnya permintaan jus buah mengkudu sebagai minuman kesehatan. Di negara-negara tersebut, buah mengkudu tidak hanya diperjualbelikan sebagai buah segar maupun jus buah di pasar resmi ataupun pasar tradisional. Buah mengkudu juga diperjualbelikan sebagai jus yang sudah dipasteurisasi, baik jus murni maupun campuran.

Perancangan unit pasteurisasi dan kondisi pasteurisasi jus buah yang tepat memerlukan model matematik yang dapat menggambarkan kondisi operasi dan sifat termofisik jus buah, seperti viskositas, indeks kelakuan aliran, densitas, dan kapasitas panas spesifik. Dalam industri makanan, karakteristik rheologi jus buah-buahan merupakan sifat yang sangat penting disamping sifat fisio-kimianya. Karakteristik rheologi jus buah tergantung pada komposisi kimia buah dan kondisi proses pengolahannya. Viskositas sebagai salah satu sifat rheologi fluida merupakan sifat fisik yang turut menentukan kualitas makanan yang berbentuk cair.

Sifat fisik bahan makanan berbasis pertanian dapat dikelompokkan menjadi 5 kategori, yaitu sifat termofisik / thermal, meliputi konduktivitas thermal, kapasitas panas spesifik, titik beku dan besaran-besaran termofisik lainnya yang merupakan fungsi suhu dan komposisi bahan, sifat mekanik (rheologi dan tekstur), meliputi viskositas, modulus elastis, gaya tekan, dan sifat bahan makanan cair dan padat, sifat kelistrikan, meliputi konduktivitas terhadap arus searah berfrekuensi 50 Hz dan permitivitas dielektrik kompleks pada frekuensi 915 dan 2450 MHz, koefisien difusi dan sifat penyerapan terhadap air, berkaitan dengan keamanan terhadap aktivitas mikrobiologi, sifat optik (spektral dan warna).

Alasan-alasan bahwa data sifat termofisik dan rheologi bahan makanan berbasis pertanian sangat penting untuk diketahui karena data-data tersebut diperlukan sebagai masukan (input) dalam menyusun permodelan matematika dalam rangka memprediksi kualitas dan kelakuan produk menjelang panen, pada waktu panen, dan pasca panen. Data-data tersebut sangat membantu dalam mendalami proses pengolahan makanan. Selain diperlukan dalam pengolahan dan transportasi makanan, data-data tersebut juga diperlukan dalam menentukan indeks kualitas suatu bahan makanan.

Viskositas suatu cairan berhubungan langsung dengan konsentrasi padatan terlarut. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut dalam suatu cairan, maka semakin tinggi pula variasi nilai viskositasnya terhadap suhu. Sifat fisik lain yang menggambarkan perubahan densitas terhadap suhu pada tekanan tetap disebut koefisien ekspansi thermal. Padatan terlarut yang berat molekulnya rendah dapat menyebabkan perubahan termodinamika pada suatu cairan, terutama pada titik beku. Semakin tinggi kandungan padatan

terlarut dalam suatu cairan, maka semakin besar pula penurunan titik beku yang diakibatkan dan semakin rendah titik bekunya.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah buah mengkudu, gula pasir, dan air suling.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah set peralatan untuk membuat jus buah mengkudu; beberapa alat untuk menguji densitas, viskositas, kapasitas panas spesifik, kadar padatan terlarut dalam jus buah mengkudu

Prosedur Kerja

Prosedur kerja proses dimulai dengan pembuatan jus mengkudu, dimana sebelumnya buah mengkudu dicuci dengan air bersih. Selanjutnya, buah mengkudu dipotong-potong menjadi potongan kecil-kecil untuk dimasukkan ke dalam alat pengestrak jus buah dan menghasilkan jus mengkudu. Dari jus mengkudu, dilanjutkan dengan menganalisa densitas jus mengkudu menggunakan piknometer standart 10 ml. Dalam menganalisa densitas jus mengkudu, dilakukan pengenceran dengan perbandingan jus dan air dan pemanasan dari suhu $30^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya, mengukur padatan terlarut. Padatan terlarut dapat diukur dengan menggunakan alat Hand-Held Refractometer. Pertama kali, teteskan sampel 1-2 tetes kedalam kaca preparat pada alat tersebut. Cara mengukur padatan terlarutnya dengan melihat melalui lubang kecil. Disana akan terlihat tanda batas padatan terlarutnya. Pengukuran terakhir yaitu mengukur viscositas menggunakan viscometer. Alat tersebut hanya bisa digunakan pada sampel yang tidak terlalu kental dan tidak terlalu encer agar bisa terbaca. Sampel tersebut dimasukkan dalam beaker glass 500 ml, kemudian diaduk menggunakan spindle pada alat viscometer. Jika alatnya tidak terbaca, ganti spindle lain sampai terbaca. Dari alat tersebut dapat diketahui berapa viscositas sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi dua lapisan yang terpisah pada jus mengkudu bila didiamkan dalam waktu yang lama. Pada pengamatan 30 menit pertama sampai 30 menit kelima belum terjadi pemisahan yang sempurna, tetapi pada 24 jam sudah terbentuk dua lapisan yaitu jus yang kaya akan padatan pada bagian atas dan cairannya pada bagian bawah. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa densitas cairan lebih besar dari densitas jus yang kaya padatan.



30 menit ke-1



30 menit ke-2



30 menit ke-3



30 menit ke-4



30 menit ke-5



Setelah ± 24 jam

Gambar 2. Densitas Jus Mengkudu

Hasil pengukuran densitas jus mengkudu menunjukkan bahwa densitas jus lebih kecil ($0,821 \text{ gr/mL}$) dari densitas air. Hal ini dapat dibuktikan dengan pengamatan sebagai berikut :

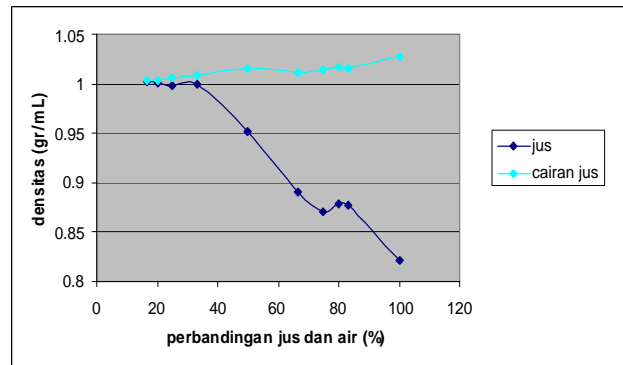
Jus mengkudu dicampurkan dengan air dalam gelas ukur kemudian didiamkan selama beberapa jam. Setelah itu, akan terjadi pemisahan dan terbentuk dua lapisan antara jus mengkudu pada bagian atas dan air pada bagian bawah.



Gambar 3. Pengukuran Densitas Jus Mengkudu

Hubungan Densitas Vs Konsentrasi Jus dan Air

Untuk mengetahui hubungan densitas dengan konsentrasi jus dan air, maka dilakukan percobaan dengan perbandingan jus dan air dari konsentrasi 16,7 % - 100 %. Hasil percobaan dapat dilihat pada grafik 4.

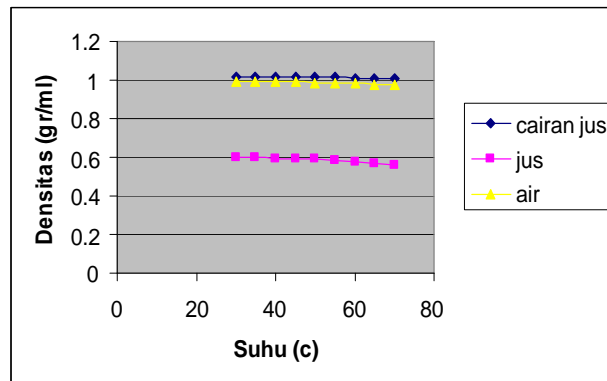


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Densitas Vs Perbandingan Jus dan Air

Dari grafik 4, pada jus diketahui bahwa semakin besar perbandingan jus dan air, densitas semakin rendah. Hal ini bertentangan dengan teori, bahwa semakin besar perbandingan jus dan air maka semakin besar densitas (Bayindirli, 1993). Sedangkan pada grafik perbandingan cairan jus terhadap suhu, memperlihatkan bahwa semakin besar perbandingan cairan jus maka semakin besar densitas. Berdasarkan teori, densitas sangat berpengaruh kuat terhadap konsentrasi. Semakin besar perbandingan jus dan air maka semakin besar densitas (Bayindirli, 1993). Pada penelitian, hasil pengukuran densitas jus mengkudu menunjukkan bahwa densitas jus lebih kecil dari densitas air. Hal ini disebabkan pada jus mengkudu terdapat gelembung-gelembung udara sehingga lebih ringan dari air.

Hubungan Densitas Vs Suhu Cairan Jus Jernih

Penelitian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui hubungan antara densitas dengan suhu cairan jus. Percobaan dilakukan pada suhu 30 °C – 70 °C dengan cara pemanasan jus kemudian diukur densitas.



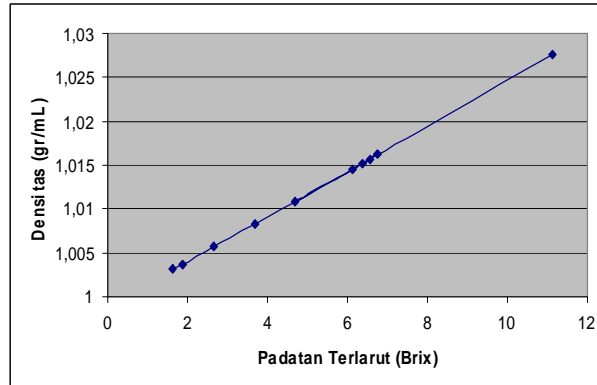
Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Densitas Vs Suhu Cairan Jus

Dari grafik 5, pada air menunjukkan bahwa semakin besar suhu maka semakin kecil densitas, dikarenakan jika air dipanaskan terus-menerus sampai suhu tinggi akan semakin berkurang volume air sehingga densitas semakin kecil. Pada jus mengkudu, semakin tinggi suhu maka semakin kecil densitas dikarenakan pada jus mengkudu semakin dipanaskan menjadi encer dan densitas semakin kecil. Tetapi pengukuran densitas pada jus mengkudu belum sesuai dengan teori, karena densitas jus mengkudu lebih kecil dari densitas air. Hal ini disebabkan pada pengukuran densitas, jus dalam piknometer bercampur dengan gelembung-gelembung udara sehingga pengukuran densitas menjadi kecil. Untuk cairan jus, memperlihatkan bahwa semakin tinggi suhu maka semakin kecil densitas. Hal ini disebabkan cairan jus

jika dipanaskan terus sampai suhu tinggi akan semakin encer sehingga densitas semakin kecil. Berdasarkan teori, hubungan antara densitas jus dan suhu dapat diberikan seperti garis lurus. Densitas pada jus semakin kecil dengan meningkatnya suhu. Penurunan densitas akan menyebabkan peningkatan mass flow rate pada jus (Bayindirli, 1993). Perubahan densitas terhadap suhu pada tekanan tetap disebut koefisien ekspansi thermal.

Hubungan Densitas Vs Padatan Terlarut Cairan Jus

Selanjutnya, untuk mengetahui hubungan densitas dengan padatan terlarut cairan jus jernih, maka dilakukan pengukuran padatan terlarut dengan menggunakan refraktometer pada konsentrasi perbandingan cairan jus dan air 16,7 % - 100 % .

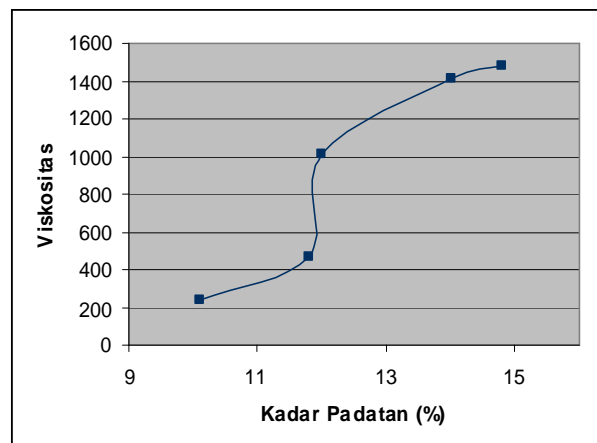


Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Densitas Vs Padatan Terlarut Cairan Jus Jernih

Dari grafik 6, memperlihatkan bahwa semakin tinggi padatan terlarut pada cairan jus jernih maka semakin besar densitasnya. Menurut Schwartz and Costell (1986), densitas sangat berpengaruh terhadap padatan terlarut (sama pengaruhnya untuk semua rentang suhu). Padatan terlarut yang berat molekulnya rendah dapat menyebabkan perubahan termodinamika pada suatu cairan, terutama pada titik beku. Semakin tinggi kandungan padatan terlarut dalam suatu cairan, maka semakin besar pula penurunan titik beku yang diakibatkan dan semakin rendah titik bekunya.

Hubungan Viscositas Vs Kadar Padatan

Untuk mengetahui hubungan viscositas dengan kadar padatan, maka dilakukan pengukuran viscositas pada jus mengkudu menggunakan viscometer.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Viskositas Vs Kadar Padatan

Dari grafik 7, memperlihatkan bahwa semakin tinggi viscositas maka semakin tinggi kadar padatan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya pada jus anggur, dimana viskositas suatu cairan berhubungan langsung dengan konsentrasi padatan terlarut. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut dalam suatu cairan, maka semakin tinggi pula variasi nilai viskositasnya (Saravacos (1970) and Rao et al. (1984)).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Jus mengkudu jika didiamkan \pm 24 jam akan terjadi pemisahan dan terbentuk dua lapisan antara jus yang kaya padatan pada bagian atas dan cairan jus pada bagian bawah. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa densitas cairan lebih besar dari densitas jus yang kaya padatan.; Hasil pengukuran densitas jus mengkudu menunjukkan bahwa densitas jus lebih kecil (0,821 gr/mL) dari densitas air.; Densitas sangat berpengaruh kuat terhadap konsentrasi. Semakin besar perbandingan jus dan air maka semakin besar densitas; Hubungan antara densitas jus dan suhu dapat diberikan seperti garis lurus. Densitas pada jus semakin kecil dengan meningkatnya suhu. Penurunan densitas akan menyebabkan peningkatan mass flow rate pada jus; Semakin besar padatan terlarut maka semakin besar densitas. Padatan terlarut yang berat molekulnya rendah dapat menyebabkan perubahan termodinamika pada suatu cairan, terutama pada titik beku.; Semakin tinggi kadar padatan maka semakin besar viskositas. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya pada jus anggur, dimana viskositas suatu cairan berhubungan langsung dengan konsentrasi padatan terlarut.

Saran

Pada saat memasukkan cairan jus jernih ke dalam piknometer, pastikan sampai penuh dan tidak terdapat rongga atau gelembung-gelembung gas karena akan berpengaruh terhadap densitas. Dalam meneteskan sampel ke alat refraktometer, harus tepat di tengah dan tidak ada ruang kosong agar pembacaannya lebih akurat. Jus mengkudu yang digunakan agar dapat mengetahui viscositas pada alat viscometer adalah yang tidak terlalu encer maupun terlalu pekat agar dapat terbaca.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan kali ini, kami mengucapkan terima kasih kepada:

- Dr. Ir. Abdullah, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro
- Ir. C. Sri Budiayati, MT selaku Dosen Pembimbing
- Andri Cahyo Kumoro, ST, MT, PhD. selaku Koordinator Penelitian
- Staff Laboratorium Penelitian
- Teman – teman angkatan 2007

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bayindri, L. (1993). Density and viscosity of grape juice as a function of concentration and temperature. *Journal of Food Processing preservation*, 17, 147-151.
- [2] Earle, J. E., (2001). *Plantas Medicinales en el Tro' pico Hu' medo*. Editorial Guayaca' n, San Jose'
- [3] Nesvadba, P., Houska, M, Wolf, W., Gekas, V., Jarvis, D., Sadd, P. A. And Johns, A.I.,(2004), Database of physical properties of agro-food materials, *Journal of food Engineering* 61 : 497-503
- [4] Lee, W. C., Yusof, S., Hamid, N. S. A., and baharin, B.S., (2007), Effects of fining treatment and storage temperature on the quality of clarified banana juice, *LWT*, 40:1755 – 1764
- [5] Saravacos, G. D. (1970). Effect of temperatur on viscosity of fruit juices and pure es. *Journal of Food Science*, 35, 122-125