

SIFAT FUNGSIONAL TEPUNG KORO KRATOK HITAM, MERAH DAN PUTIH (*Phaseolus lunatus* L.) DENGAN PERLAKUAN LAMA PERENDAMAN

(Functional Properties of Black, Red and White Lima Bean

(Phaseolus lunatus L.) Flour Produced under Different Soaking Time)

Nurud Diniyah*, Wiwik Siti Windrati, Maryanto, Slamet Riady

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto, Jember 68121 Indonesia

*E-mail : mamorusan_82@yahoo.com

Diterima : 11 Mei 2015

Riwayat Perlakuan Artikel:

Revisi : 13 Oktober 2015

Disetujui: 20 Oktober 2015

ABSTRAK. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fungsional teknis tepung koro kratok hitam, merah, dan putih dengan perlakuan lama perendaman (12, 24 dan 36 jam). Daya dan stabilitas emulsi, daya dan stabilitas buih, Oil Holding Capacity (OHC), Water Holding Capacity (WHC) dan viskositas merupakan parameter yang dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung koro kratok putih perendaman 12 jam memiliki daya dan stabilitas emulsi tertinggi (164,28 m²/g; 4,39 jam); daya dan stabilitas buih, OHC dan WHC dari berbagai varietas koro kratok meningkat dengan lamanya waktu perendaman. Sedangkan viskositas menunjukkan nilai yang konstan untuk semua jenis koro kratok.

Kata Kunci: Lama perendaman, tepung koro kratok hitam, merah, putih.

ABSTRACT. The aim of this research is to determine technical functional characteristics of the varieties lima bean seed flour (black, red, and white) with different treatment soaking time (12, 24 and 36 hour). Parameter of emulsion activity and stability, foam activity and stability, OHC (Oil Holding Capacity), WHC (Water Holding Capacity) and viscosity are investigated. The results showed that white lima bean seed flour with 12 hour soaking time have the highest emulsion activity and stability (164,28 m²/g; 4,39 jam); foaming activity and stability, OHC and WHC of the varieties lima bean seed increased with increase in soaking time. While, viscosity showed constant value for all varieties of lima bean seed flour.

Keywords: Lima bean black, red and white flour, soaking time.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara yang kaya akan tanaman kacang-kacangan atau polong-polongan seperti koro-koroan. Kacang-kacangan adalah termasuk dalam tumbuhan tropis dari keluarga leguminosae, yang termasuk tanaman penting setelah serealia (Uzoehma, 2009). Kacang-kacangan adalah sayuran yang murah sebagai sumber protein dan mineral bila dibandingkan dengan produk hewani, seperti daging, ikan dan telur (Apata and Ologhobo, 1997) dan banyak dikonsumsi sebagai makanan sehari-hari karena merupakan sumber yang baik

untuk karbohidrat, serat pangan, protein, lemak, dan mineral (Lin and Lai, 2006). Oleh karena itu, kacang-kacangan merupakan sumber protein alternatif yang penting dan terjangkau bagi orang miskin di beberapa negara (Ihekoronye and Ngoddy, 1985), khususnya Asia dan Afrika dimana kacang-kacangan tersebut dikonsumsi secara dominan.

Koro kratok (*Phaseolus lunatus*) adalah kacang-kacangan yang kurang dikenal, hanya ditanam untuk benih dan jarang penggunaannya karena adanya faktor antinutrisi (Feyi, 2014). Menurut Diniyah dkk (2013), pada koro-koroan terdapat senyawa toksik yang terkandung

didalamnya, salah satunya adalah kandungan asam sianida (HCN) yang cukup tinggi yaitu 14,96-26,22 mg/g. Asam sianida (HCN) merupakan racun yang bereaksi cepat, berbentuk gas tak berbau dan tak berwarna. Selain itu juga terdapat zat antigizi lainnya seperti asam fitat yang berkisar antara 8,76-19,75 mg/g. Koro kratok merupakan salah satu sumber bahan pangan fungsional yang yang perlu dipertimbangkan. Kandungan kimia koro kratok kaya akan protein 19,93-21,40%, karbohidrat 60,55-74,62%, lemak 0,99-1,21%, kadar abu 3,46-3,61%, dan serat 4,20-5,50% baik pada koro kratok hitam, merah, dan putih. Proses pengolahan yang tepat dapat menurunkan kadar asam sianida (HCN) dan kandungan asam fitat pada koro-koroan (Diniyah dkk, 2013). Salah satu tahap dalam proses pengolahan tepung yang perlu diperhatikan adalah proses perendaman. Makin lama perendaman, makin banyak asam sianida (HCN) yang dapat dihilangkan (Sri, dkk., 2008).

Menurut Adeleke and Odedeji (2010), tepung merupakan serbuk halus yang terbuat dari sereal atau produk berbasis tepung lainnya. Tepung juga dapat dibuat dari kacang-kacangan dan umbi-umbian seperti singkong, ubi jalar dan lain-lain yang dihasilkan dari sumber non gandum atau dikenal sebagai tepung komposit. Tepung ini memiliki sifat-sifat yang dapat meningkatkan penggunaannya secara luas seperti sifat OHC dan WHC, kapasitas dan stabilitas buih, kapasitas gelasi, kapasitas dan stabilitas emulsi dan lain-lain (Adeyeye *et al*, 1994; Abbey and Ibeh, 1988).

Sifat fungsional dari suatu makanan merupakan karakteristik intrinsik fisikokimia, yang mempengaruhi perilaku protein dalam sistem makanan selama proses, *manufacturing*, penyimpanan dan preparasi (Onimawo and Akubor, 2005). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fungsional tepung koro kratok dengan perlakuan jenis koro kratok dan lama perendaman.

2. METODOLOGI

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah koro kratok hitam, merah dan putih. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah larutan SDS 0,1%, *Buffer phospat* 0,05 M pH7, aquades, minyak sawit. Peralatan yang digunakan terdiri dari *oven cabinet*, blender, ayakan 80 mesh, kertas, pipet mikro, *sentrifugas* Yenaco model YC-1180 dan tabungnya, timbangan analitik, beaker glass, *vortex* (Maxi Max 1 Type 16700), *spectrofotometer* (Spectronic 21D Milton).

2.2 Metode Penelitian

2.2.1 Pembuatan tepung koro kratok

Koro kratok hitam, merah dan putih disortasi kemudian dicuci dengan air mengalir dan direndam selama 12 jam, 24 jam dan 36 jam. Setelah proses perendaman bahan ditiriskan, dikupas, dan dijemur dengan bantuan sinar matahari kurang lebih 2 hari, dan dikeringkan kembali dengan pengeringan oven 60°C selama 24 jam, ini bertujuan agar kandungan air dapat berkurang. Kemudian dilakukan penggilingan dan pengayakan 80 mesh, hasil tepung koro kratok disimpan pada suhu ruang.

2.2.2 Pengamatan

Analisis yang dilakukan meliputi daya emulsi dan stabilitas emulsi (Parkington, *et al*, 2000), daya buih dan stabilitas buih, OHC dan WHC (Zayas, 1997), dan viskositas (AACC, 2000).

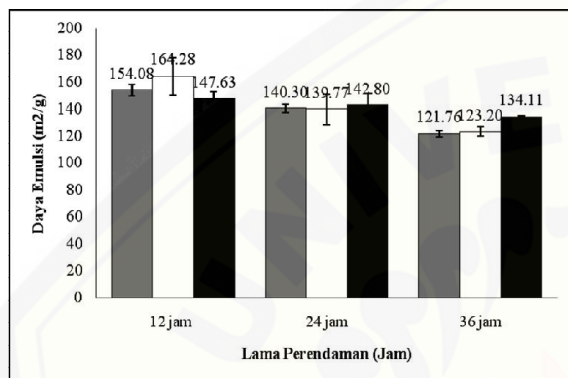
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Daya Emulsi dan Stabilitas Emulsi

3.1.1 Daya Emulsi (*Emulsi Activity Index / EAI*)

Gambar 1 menunjukkan bahwa daya emulsi tepung koro kratok dari berbagai

varietas berkisar antara 121,76-164,28 m²/g. Semakin lama perendaman, maka daya emulsi tepung koro kratok mengalami penurunan. Penurunan daya emulsi tepung koro kratok dikarenakan kemampuan untuk menyerap minyak dan air sangat rendah. Lama perendaman juga berperan penting dalam terbentuknya emulsi, semakin lama perendaman protein yang terdapat pada tepung koro kratok akan semakin berkurang.



Gambar 1. Daya emulsi tepung koro kratok hitam (■), merah (▢), dan putih (□)

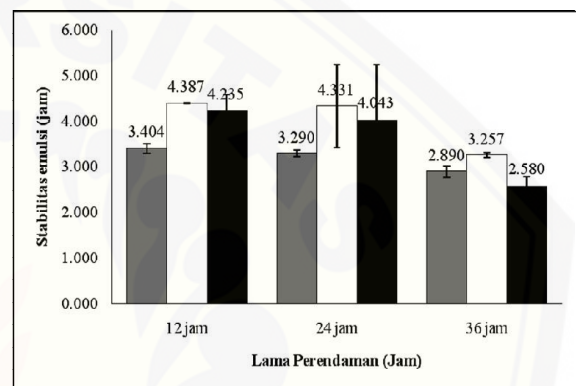
Suhardi (2003), mengatakan semakin menurunnya kadar protein akibat lama perendaman menyebabkan lepasnya ikatan struktur protein sehingga kemampuan protein tepung koro kratok untuk menyerap gugus hidrofobik (gugus yang berikatan dengan lemak) dan gugus hidrofilik (gugus yang berikatan dengan air) akan berkurang. (Elizade, dkk., 1991). Turunnya kadar protein selama perendaman ini diduga karena ada protein yang larut selama perendaman akibat dari proses hidrolisis protein.

Daya emulsi tertinggi terdapat pada tepung koro kratok putih dengan lama perendaman 12 jam sebesar 164,283 m²/g. Menurut Elizade, dkk., (1991) emulsi tergantung dari tingginya kapasitas absorpsi terhadap minyak-air (w/o), dan menurut Zayas, (1997), protein dengan jumlah hidrofobik tinggi akan diabsorpsi pada permukaan antar fase minyak-air (w/o) dan protein akan menurunkan tegangan permukaan antara fase dan membentuk emulsi. Hal ini dapat menentukan

pembentukan emulsi minyak dan air serta dalam proses penstabilannya.

3.12 Stabilitas Eemulsi (*Emulsi Stability Index/ESI*)

Gambar 2 menunjukkan kisaran stabilitas emulsi tepung koro kratok berbagai varietas berkisar antara 2,89-4,39 jam. Menurut Zayas (1997) kestabilan emulsi tergantung pada kekentalan dan ketebalan membran atau flim protein yang terserap oleh permukaan antar fase minyak dan air.



Gambar 2. Stabilitas emulsi tepung koro kratok hitam (■), merah (▢), dan putih (□)

Lama perendaman juga mempengaruhi kestabilan emulsi, dikarenakan air mengandung basa kuat, dimana dibawah titik isoelektrik protein akan mengalami perubahan muatan. Adanya perubahan muatan ini menyebabkan daya tarik menarik antara melokel protein, sehingga molekul lebih mudah terurai. Semakin jauh perbedaannya dari titik isoelektrik maka kelarutan protein semakin meningkat (Nelson and Cox, 2015).

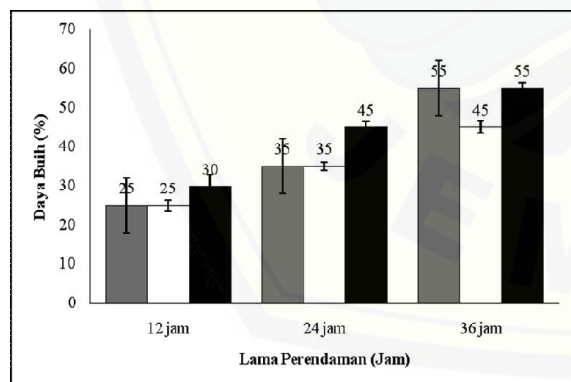
Tepung koro kratok yang memiliki nilai stabilitas terbaik adalah tepung koro kratok putih dengan lama perendaman 12 jam sebesar 4,39 jam. Moure, (2006) sifat emulsifikasi ditentukan oleh kualitas protein bukan kuantitas atau banyaknya protein. Kestabilan emulsi tergantung dari kekuatan interparsial bahan dalam mempertahankan interaksi hidrofobik antara minyak dengan protein. Selain itu, menurut Zayas (1997), stabilitas emulsi dipengaruhi oleh kondisi

emulsifikasi dalam protein, sumber protein dan konsentrasi, pH, kekuatan ionik (jenis garam dan konsentrasi) dan viskositas di dalam sistem makanan. Daya dan stabilitas emulsi dari berbagai varietas koro kratok cocok digunakan dalam formulasi dasar daging seperti pembuatan sosis, sup dan makanan yang dipanggang (*baked food*).

3.2 Daya Buih dan Stabilitas Buih

3.2.1 Daya Buih

Daya buih tepung koro dari berbagai varietas berkisar antara 25-55% ditunjukkan pada Gambar 3. Varietas koro kratok menghasilkan daya buih yang beragam. Daya buih terbesar adalah pada varietas kratok hitam yaitu 55% dan terendah adalah kratok putih yaitu 25%. Jika dibandingkan dengan daya buih kacang tunggak (9-29%) dan kedelai (0,0%) (Okaka and Potter, 1979), daya buih koro kratok lebih besar. Semakin tinggi nilai protein maka daya buih yang dihasilkan juga semakin tinggi didukung oleh Diniyah, dkk., (2013) yang menyatakan bahwa kandungan protein koro kratok hitam lebih banyak (20,93%) dibandingkan kadar protein koro kratok putih (19,93%).



Gambar 3. Daya buih tepung koro kratok hitam (■), merah (▣), dan putih (□)

Semakin lama perendaman semakin tinggi daya buih tepung koro, sehingga semakin banyak volume buih maka kemampuannya untuk mempertahankan buih juga semakin tinggi. Pembentukan buih tergantung dari beberapa faktor seperti

komposisi, metode pembuihan yang dilakukan, temperatur dan lama pembuihan (Muthukumar, 2007).

Perendaman juga berperan penting dalam terbentuknya buih, lama pembuihan dapat menyebabkan terbukanya ikatan-ikatan dalam molekul protein sehingga rantai protein lebih panjang, lalu udara masuk diantara molekul yang terbuka rantainya dan tertahan sehingga terjadi pengembangan volume. Menurut Raikos, dkk., (2007) sifat buih protein tergantung pada sifat ekstrinsik seperti temperatur, peralatan dan metode yang digunakan dalam pembuihan dan menurut Darwis (2000), bahwa senyawa yang terekstraksi selama perendaman tergantung dari jenis dan keefektifan pelarut yang digunakan.

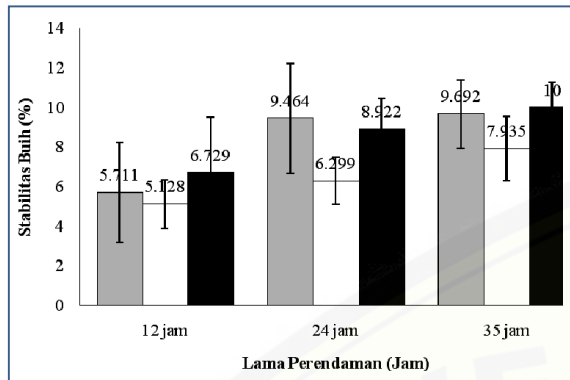
Tingginya daya buih dari berbagai varietas tepung koro kratok mengindikasikan bahwa koro kratok memiliki kualitas protein yang bagus. Onimawo and Akubor (2005), melaporkan bahwa bentuk buih dan stabilitas buih adalah fungsi dari jenis protein. Bentuk protein sangat penting di beberapa proses dalam industri makanan dan minuman. Buih digunakan untuk memperbaiki tekstur, konsistensi dan kenampakan makanan.

3.2.2 Stabilitas Buih

Stabilitas buih tepung koro dari berbagai varietas berkisar antara 5,12-10 % ditunjukkan pada Gambar 4. Varietas koro kratok menghasilkan stabilitas buih yang rendah. Stabilitas buih tertinggi adalah pada varietas kratok hitam yaitu 10% dan terendah adalah pada kratok putih yaitu 5,13%. Jika dibandingkan dengan stabilitas buih *full-fat* kecipir (13,67%), protein konsentrat kecipir (63%) (Dwiani, dkk., 2014), stabilitas buih koro kratok lebih kecil.

Stabilitas buih mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya daya buih, maka tepung koro kratok memiliki kemampuan untuk mempertahankan buih. Menurut Lahmudin, (2006) semakin lama perendaman stabilitas

buih, kemampuannya untuk mempertahankan buih lebih baik (buih tidak mencair).



Gambar 4. Daya buih tepung koro kratok hitam (■), merah (▣), dan putih (□)

Perendaman juga berpengaruh terhadap terbentuknya stabilitas buih, dikarenakan selama perendaman kandungan protein pada tepung koro kratok akan mengalami perubahan. Perubahan tersebut dapat menyebabkan terbukanya ikatan dalam molekul protein, rantai protein akan lebih panjang, lalu udara masuk diantara molekul yang terbuka rantainya dan tertahan sehingga terjadi pengembangan volume pada proses pembuihan berlangsung.

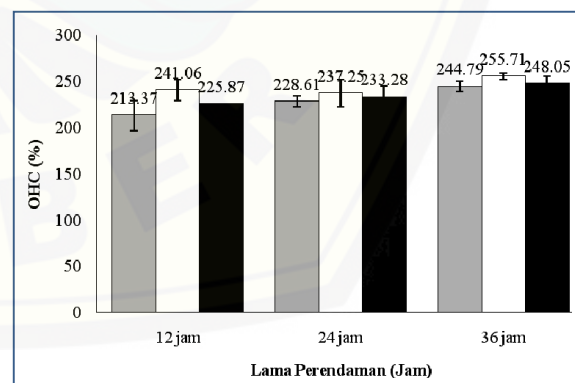
Sama halnya dengan daya buih, stabilitas buih koro kratok hitam lebih dominan dari pada koro kratok putih, semakin tinggi kandungan protein tepung koro kratok semakin konstan stabilitas buih yang dihasilkan, hal ini didukung oleh data Diniyah, dkk., (2013), yang menyatakan kandungan protein koro kratok hitam lebih banyak dibandingkan koro kratok putih. Stabilitas buih yang memiliki nilai terbaik adalah tepung koro kratok hitam dengan lama perendaman 36 jam dengan stabilitas buih sebesar 10 %. Didukung oleh Dwiani, dkk (2014), tingginya stabilitas protein konsentrat kecipir berhubungan dengan tingginya konsentrasi protein. Daya dan stabilitas buih meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi protein, dimana peningkatan konsentrasi protein dapat meningkatkan viskositas dan membentuk banyak lapisan kohesiv protein pada

permukaannya (Damodaran dalam Nakai and Molder, 1993). Menurut Chavan, dkk. (2001) menyatakan kapasitas buih dipengaruhi oleh intramolekul dan fleksibilitas dari molekul protein.

3.3 Oil Holding Capacity (OHC)

OHC tepung koro dari berbagai varietas berkisar antara 213,37-255,71 % ditunjukkan pada Gambar 5. OHC pada ketiga varietas koro kratok tidak berbeda dan nilainya hampir sama, tetapi nilai OHC tertinggi adalah pada koro kratok putih dan terendah pada koro kratok merah. Hal ini didukung oleh data Diniyah, dkk., (2013), yang menyatakan bahwa kandungan lemak koro kratok putih lebih besar (1,21%) dibandingkan kandungan lemak koro kratok merah sebesar (1,07%) dan kandungan lemak koro kratok hitam sebesar (0,99%).

Perendaman berpengaruh juga pada OHC, selama perendaman protein akan terlarut dengan air, sehingga menyebabkan lepasnya ikatan struktur protein. Menurut Lawal (2004) penyerapan minyak selain terjadi karena minyak terperangkap secara fisik dalam protein tetapi juga terdapatnya ikatan non kovalen seperti interaksi hidrofobik, elektrostatis dan ikatan hidrogen pada interaksi lemak protein.



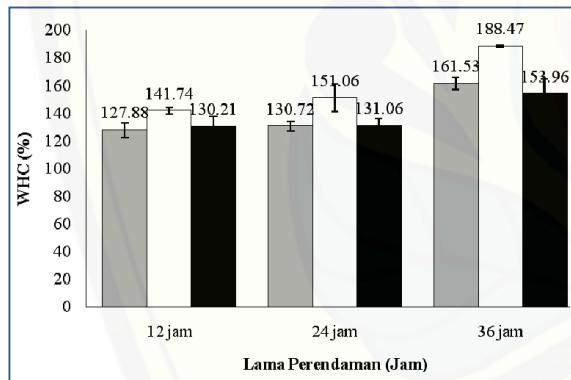
Gambar 5. Oil Holding Capacity (OHC) tepung koro kratok hitam (■), merah (▣), dan putih (□)

Nilai OHC yang terbaik terdapat pada tepung koro kratok putih pada perendaman 36 jam sebesar 255,71%. Menurut Zayas (2007) OHC akan meningkat dengan

hidrofobitas yang tinggi, dimana protein yang tidak larut dalam air (hidrofobik) akan mempunyai kapasitas pengikatan minyak yang besar. Dalam pengolahan pangan sifat *oil holding capacity* dapat diaplikasikan pada pembuatan sosis.

3.4 Water Holding Capacity (WHC)

WHC tepung koro dari berbagai varietas berkisar antara 127,88-188,47 % ditunjukkan pada Gambar 6. WHC dari ketiga varietas tepung koro memiliki nilai yang beragam. Tepung koro kratok putih memiliki nilai WHC tertinggi sebesar 188,47%, sedangkan WHC terendah adalah pada tepung koro kratok merah yaitu 127,88 %. Tingginya nilai WHC pada berbagai varietas tepung koro mengindikasikan bahwa mereka memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi selama proses dan pemasakan (Obiakor, 2014).

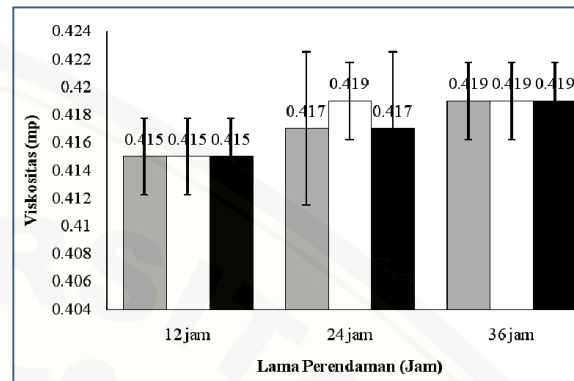


Gambar 6. *Water Holding Capacity* (WHC) tepung koro kratok hitam (■), merah (▣), dan putih (□)

Lama perendaman pada tepung koro kratok menyebabkan peningkatan nilai WHC ini dapat dipengaruhi kandungan air yang tinggi pada bahan. Tepung yang memiliki kadar air tinggi dapat meningkatkan daya ikat air yang disebabkan oleh sifat pati itu sendiri yang mudah menarik air. Kemampuan menyerap atau mengikat air ini sangat dibutuhkan terutama pada salah satu pangan yang paling penting dalam aplikasinya, dimisalkan pada pembuatan sosis.

3.5 Viskositas

Viskositas tepung koro dari berbagai varietas berkisar antara 0,415-0,419 mp ditunjukkan pada Gambar 6. Viskositas dari ketiga varietas tepung koro memiliki nilai yang hampir sama.



Gambar 7. Viskositas tepung koro kratok hitam (■), merah (▣), dan putih (□)

Viskositas tepung koro kratok cenderung konstan disetiap lama perendaman. Fenomena ini didukung oleh Hasbullah dan Riskia (2013), viskositas akhir pada beras yang direndam 4, 6 dan 8 jam tidak memberikan pengaruh yang nyata, tetapi viskositas beras yang direndam memiliki nilai yang lebih besar daripada beras yang tidak direndam. Menurut Chen and Rasper (1982) semakin kecil ukuran partikel semakin luas permukaan penyerapan terhadap air semakin besar dan viskositas semakin meningkat. Viskositas atau kekentalan merupakan gaya gesekan antara molekul yang menyusun suatu fluida. Jadi molekul-molekul yang membentuk suatu fluida saling gesek-menggesek ketika fluida tersebut mengalir. Pada zat cair, viskositas disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis) (Susanto dan Yuwono, 2001).

4. KESIMPULAN

Daya dan stabilitas emulsi tepung koro kratok yang dihasilkan berbanding terbalik, daya emulsi semakin turun dan stabilitas emulsi semakin stabil selama perendaman. Semakin lama perendaman nilai daya dan stabilitas buih tepung koro

kratok mengalami peningkatan. Nilai OHC dan WHC tepung koro kratok mengalami peningkatan selama perendaman sedangkan viskositas tepung koro kratok yang dihasilkan selama perendaman adalah konstan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pemberi dana pada Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, BOPTN UNEJ 2013 dengan nomor surat perjanjian 771/UN25.3.1/LT.6/2013.

DAFTAR PUSTAKA

- AACC (Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists). 2000. *Wheat and Flour Testing Methods: A Guide to Understanding Wheat and Flour Quality*. 10th Edition. St. Paul, MN.
- Abbey, B.W and Ibeh, G.O. 1998. Functional Properties of Raw and Heat Processed Cowpea Flour. *J. Food Sci.* 53: 1775-1991.
- Adeleke, R.O and Odedeji, J.O. 2010. Functional Properties of Wheat and Sweet Potato Flour Blends. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9 (6): 535-538.
- Adeyeye, I.A., Oshodi, A.A., and Ipinmonti, K.O. 1994. Functional Properties of Some Varieties of African Yam Bean Flour. *Int. J. Food Sci.* 45: 829-836.
- Apata, D.F and Ologhobo, A.A. 1997. Trypsin Inhibitor and The Other Anti-Nutritional Factors In Tropical Legume Seeds. *Tropical Science* 37: 52-59
- Chavan, U.D., McKenzie, D.B., and Shahidi, F. 2001. Functional Properties Of Protein Isolates From Beach Pea (*Lathyrus Martimus* L.). *Food Chem.* 74: 177-187.
- Chen, S.S., and Raspen, V.F. 1982. Functionality of Soy Proteins in Wheat Flour/Soy Isolate Doughs. II. Rheological Properties and Bread Making Potential. *Can Inst. J. Food Sci. Technol.* 15: 211-220.
- Damodaran, S. Functional properties. In: Nakai, S and Molder, H.W. 1993. eds. *Food Proteins Properties And Characterization*. New Jersey. John Wiley Sons, Inc.
- Darwis, D., 2000. *Teknik Dasar Laboratorium Dalam Penelitian Senyawa Bahan Alami Hayati*. Workshop Pengembangan Sumber Daya Manusia Dalam Bidang Kimia Organik Bahan Alam Hayati. Fakultas MIPA Universitas Andalas. Padang.
- Diniyah, N, Windrati WS, Maryanto. 2013. Pengembangan Teknologi Pangan Berbasis Koro-koroan sebagai Pangan Alternatif Pensubstitusi Kedelai. *Prosiding Semnas Pengembangan Sumber Daya Lokal untuk Mendorong Ketahanan Pangan dan Ekonomi*, UPN Veteran, Jawa Timur.
- Dwiani, Afe, Yunianta and Estiasih T. 2014. Functional Properties of Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) Seed Protein Concentrate. *Int. J. Chem Tech Res.* 6 (14): 5458-5465.
- Elizade, B.E., Pilosof, A.M.R., and Bartholomi, G.B., 1991. Prediction of Emulsion Instability from Emulsion Composition and Phycochemical Properties of Proteins. *J. Food Sci.* 56:116-119.
- Feyi, A.S. 2014. Effect of Soaking Time on the Proximate, Mineral Compositions and Anti-nutritional Factors of Lima Bean. *J Food Science and Quality Management*. 27: 1-3
- Hasbullah, R dan Riskia, D.P. Pramita. 2013. Pengaruh Lama Perendaman terhadap Mutu Beras Pratanak pada Padi Varietas IR 64. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 27(1): 53-60.
- Ihekoronye, A.I and Ngoddy, P.O. 1985. *Integrated Food Science and Technology for the Tropics*. London. Macmillan Publishers Ltd.
- Lahmudin, A., 2006. *Proses Pembuatan Tepung Putih Telur Dengan Pengerings Semprot*. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lawal, O.S., 2004. Functionlity of African Locust Bean (*Parking Bioglobossa*) Protein Isolat: Effect of pH, Ionic Strength and Various Protein Concentrations. *J. Food. Chem.* 86: 345-355.
- Lin, P.Y., and Lai, H.M. 2006. Bioactive Compounds in Legumes and their Germinated Products. *J. of Agri and Food Chem.* 54: 3807-3814.
- Moure. 2006. *Physical Properties of Food and Food Processing System*. England. Ellis Horwood Limited.
- Muthukumaran, A., 2007. *Foam-mat Freeze Drying of Egg White and Mathematical Modeling*. Macdonal Campus of MC Gill University.

- Nelson, D.L and Cox, M.M. 2015. Principles of Chemistry Lehninger. Fourth edition. <http://www.irb.hr/korisnici/precali/Znanost.o.Moru/Biokemija/Literatura/Lehninger%20Principles%20of%20Biochemistry,%20Fourth%20Edition%20-%20David%20L.%20Nelson,%20Michael%20M.%20Cox.pdf>.
- Obiakor-Okeke, P.N. 2014. Comparative Evaluation of Chemical and Functional Properties of Some Lima Bean Varieties (*Phaseolus lunatus*) Consumed in Arondizuogu, Imo State, Nigeria. *J. of Food Sci.* 2(4): 168-172.
- Okaka, J.C and Potter, N.N. 1979. Physicochemical and functional properties of cowpea powders processed to reduce beany flavour, *Journal of Food Science.* 12(2): 44-47
- Onimawo, L.A and Akubor, P.I. 2005. *Food Chemistry*. Benin City, Nigeria. Ambik Press Ltd.
- Parkington, J.K., Xiong, Y.L., Blachard, S.P., Xiong, S., Wang, B., Srinivan, S., Froning, G.W. 2000. Food Chemistry and Technology. Chemical Functional Properties of Oxidatively Modified Beef Heard Surimi Stired at 2 °C. *Journal of Food Science.* 65(3): 428-433.
- Raikos, S.L., Campbell, S.R., Eustan. 2007. Effects of Sucrose and Sodium Chloride on Foaming Properties of Egg Yolk White Protein. *Food Research International.* 40: 347-355.
- Sri, Handajani., Dian. R., Pramita. D.S. 2008. *Karakteristik Kimia (HCN, Antioksidan dan Asam Fitat) Beberapa Jenis Koro Lokal Dengan Berbagai Perlakuan Pendahuluan*. Makalah disampaikan pada Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi. Jakarta.
- Suhardi. 2003. *Pengaruh Lama Perendaman Kedelai dan Jenis Zat Penggumpal Terhadap Mutu Tahu*. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Susanto, T dan Yuwono, S. 2001. *Pengujian Fisik Pangan*. FTP UB. Malang.
- Uzoechma, O.B. 2009. Nutrient and Anti-Nutrients Potentials of Brown Pigeon-Pea (*Cajanus cajan var bicolor*) Seed Flour. *Nigeria Food Journal.* 27: 10-16.
- Windowati.S., Damardjati, D.S. 2001. Menggali Sumber Pangan Lokal. Jakarta. *Majalah Pangan*. Badan Urusan Logistik.
- Zayas, J.F. 1997. *Functionality of Protein in Food*. Berlin. Spring.