

**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN FUNGSIONAL TEKNIS TEPUNG KORO
KRATOK (*Phaseolus lunatus L.*) TERMODIFIKASI
YANG DIPRODUKSI SECARA FERMENTASI SPONTAN**

Ahmad Nafi', Nurud Diniyah, Febriani Tri Hastuti

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Korespondensi : Jln. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto Jember 68121

E-mail: ama_nafi@yahoo.com

ABSTRACT

*Lima bean (*Phaseolus lunatus L.*) has a high bioavailability and good of amino acids balanced. Lima bean was potentially used as a food ingredient on food manufacturing. In order to enhance its properties, the bean flour was modified by spontaneous fermentation. The aim of this research was to obtain the appropriate fermentation pH and time on the production of modified lima bean flour. The fermentation pH were 4.5; 5 and 5.5 in combination with fermentation time of 16, 24 and 32 hour. The Modified lima bean flour was then determined its moisture, ash, fat and soluble protein content, viscosity, bulk density, lightening, oil holding capacity (OHC), water holding capacity (WHC), foaming activity and stability index, emulsifying activity and stability index. The research results showed that the best treatment resulted by fermentation pH of 5.5 for 16 hours. The modified lima bean flour had 8.10 ± 0.68 % water content, 5.52 ± 1.06 % ash content, 0.19 ± 2.18 % fat content, 33.74 ± 1.20 % soluble protein content, 16 ± 0.00 mPas, hot viscosity, 17.33 ± 0.58 mPas cold viscosity, 0.88 ± 0.00 g/ml bulk density, 91.43 ± 0.38 brightness, 250.01 ± 43.76 % oil holding capacity (OHC), 189.49 ± 9.17 % water holding capacity (WHC), 28.22 ± 0.40 ml/g foaming activity, 26.52 ± 1.31 % foaming stability, 333.63 ± 6.70 m²/g emulsion activity and 3.66 ± 0.01 hour emulsion stability. Based on those properties, the modified lima bean flour showed high potency on many food application.*

Key word : fermentation, modified flour, functional, lima bean, physicochemical.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan tanaman polong-polongan, salah satunya adalah koro kratok (*Phaseolus lunatus L.*). Tanaman koro-koroan mudah dibudidayakan dan memiliki produktivitas biji kering yang cukup tinggi sekitar 800-900 kg/ha pada lahan kering dan kurang lebih 1700 kg/ha apabila lahan diberi pengairan (Suhardi, 1989). Selama ini pemanfaatan koro kratok masih rendah, biasanya hanya digunakan untuk sayur, padahal kandungan proteinnya untuk setiap 100 gram bagian yang dapat dimakan adalah polong muda 1,3 gram; biji muda 8,4 gram dan daun segar 0,6 gram. Koro kratok (*Phaseolus lunatus L.*) memiliki potensi yang sangat besar menjadi produk pangan apabila ditinjau dari segi gizi dan syarat tumbuhnya. Dari kandungan gizi, koro kratok memiliki semua unsur gizi dengan nilai gizi yang cukup

tinggi, yaitu karbohidrat 54,5 – 74,2%, protein 17,9 - 29%, dan serat 3,5 - 11% (Salunkhe dan Kadam, 1989). Melihat kandungan gizinya yang lengkap, sangat disayangkan bahwa koro kratok belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat.

Permasalahan yang dihadapi dalam pemanfaatan koro kratok adalah adanya beberapa senyawa anti gizi dan racun, antara lain asam sianida (HCN), anti tripsin (*trypsin inhibitor*), dan asam fitat. Keberadaan senyawa - senyawa tersebut dapat menimbulkan rasa pahit dan gangguan kesehatan apabila proses pengolahannya tidak tepat. Oleh karena itu diperlukan beberapa perlakuan untuk mengurangi kandungan senyawa anti gizi dan racun dalam koro kratok untuk menjadi produk pangan yang aman untuk dikonsumsi. Salah satu proses yang dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan senyawa anti gizi dan racun, serta

memperbaiki sifat organoleptik yaitu dengan cara fermentasi.

Fermentasi koro-koroan atau biji-bijian baik secara alami atau spontan maupun menggunakan kultur murni seperti bakteri asam laktat (BAL) mampu mengurangi resiko defisiensi energi dan mikronutrien, menurunkan kandungan senyawa antigizi, meningkatkan protein terlarut (Antony dan Chandra, 1998) sehingga rasa, aroma, tekstur dan daya simpannya lebih baik dari bahan asalnya. Menurut Kinsella dan Shetty (1985), pemanfaatan protein menjadi bahan tambah dalam produk pangan olahan harus memiliki sifat-sifat fungsional yang baik. Pangan olahan memerlukan bahan baku dengan spesifikasi tertentu, sehingga koro kratok yang terfermentasi dilakukan penepungan agar dapat diaplikasikan sebagai bahan tambahan makanan (BTM) pada pangan olahan.

Tepung koro kratok termodifikasi memiliki sifat fungsional teknis yang baik, meliputi daya serap air, daya serap minyak, aktivitas emulsi dan stabilitas emulsi sehingga dapat digunakan sebagai *food ingredient* baru pada pangan olahan seperti, sosis, *cake*, *cookies*, dan *nugget*. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fitrianingtyas (2013), menyatakan bahwa tepung koro komak yang difermentasi secara spontan dengan perlakuan fermentasi selama 24 jam pada pH 5 memiliki sifat fungsional teknis yang baik meliputi daya serap air sebesar 160 % dan daya serap minyak sebesar 180 %. Sifat fisik, kimia dan fungsional teknis tepung koro kratok termodifikasi sangat dipengaruhi oleh pH dan waktu fermentasi. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh pH dan waktu fermentasi pada produk tepung koro kratok termodifikasi yang dapat menghasilkan tepung koro kratok termodifikasi terbaik.

Tujuan penelitian ini untuk memperoleh pH dan lama fermentasi yang tepat sehingga dihasilkan tepung koro kratok termodifikasi dengan sifat-sifat baik. pH yang digunakan 4,5; 5 dan 5,5 dengan lama fermentasi 16, 24 dan 32 jam.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu koro kratok yang diperoleh dari daerah Cerme, Bondowoso, aquades, natrium klorida (NaCl), asam sitrat, petroleum benzene, larutan *Bovine Serum Albumin* (BSA), reagen *mix-Lowry*, reagen *Follin ciocalteu*, *buffer phosphate* 0,05M pH 7, minyak sawit, larutan SDS 0,1%. Alat yang digunakan yaitu *soxhlet*, neraca analitik, viskotester, tanur, pipet mikro, sentrifuge Yenaco model YC-1180 dan tabungnya, spektrofotometer, *Colour Reader* merek Minolta (CR-10) dan alat-alat gelas.

Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial (RAKF) dengan dua faktor yang masing-masing kombinasi diulang tiga kali. Perlakuan A adalah pH yaitu : A1 = pH 4,5; A2 = pH 5 dan A3 = pH 5,5. Perlakuan B adalah waktu fermentasi yaitu : B1 = 16 jam, B2 = 24 jam, dan B3 = 32 jam. Dari kedua perlakuan tersebut diperoleh kombinasi perlakuan yaitu A1B1; A1B2; A1B3; A2B1; A2B2; A2B3; A3B1; A3B2 dan A3B3. Pengolahan data penelitian menggunakan ANOVA dengan hasil yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Jika terdapat hasil data yang berbeda nyata dilakukan uji lanjut menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk data sifat fisik, kimia, dan fungsional teknis pada taraf pengujian 1% dan 5%. Serta menggunakan uji efektivitas untuk menentukan perlakuan yang terbaik.

Pembuatan Tepung Koro Kratok Termodifikasi

Penelitian dilakukan dengan fermentasi koro kratok dan penepungan koro kratok. Pembuatan tepung koro kratok termodifikasi dengan cara bahan baku koro kratok yang diretakkan lalu direndam dalam larutan asam sitrat dengan perbandingan (1:3) dan variasi pH (4,5 ; 5 dan 5,5) serta lama fermentasi (16 jam, 24 jam dan 32 jam) kemudian dilakukan pencucian sebanyak 2 kali.

Tabel 1. Komposisi kimia tepung koro kratok termodifikasi

Perlakuan	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar lemak (%)	Kadar protein terlarut (%)
A1B1	8,10 ± 0,68	4,82 ± 0,66	2,08 ± 0,12	32.98 ± 2,23
A2B1	8,11 ± 0,73	4,60 ± 1,55	1,99 ± 0,05	33.07 ± 0,85
A3B1	8,13 ± 0,63	4,70 ± 1,23	1,88 ± 0,06	33.74 ± 1,20
A1B2	8,23 ± 0,57	3,82 ± 0,58	2,16 ± 0,13	31.79 ± 0,67
A2B2	8,25 ± 0,68	3,50 ± 0,83	1,98 ± 0,04	32.21 ± 0,85
A3B2	8,32 ± 0,63	4,05 ± 0,98	1,98 ± 0,04	32.28 ± 0,42
A1B3	9,15 ± 0,17	5,07 ± 0,55	1,87 ± 0,11	30.76 ± 1,39
A2B3	8,94 ± 0,73	4,77 ± 0,97	2,05 ± 0,13	30.74 ± 1,10
A3B3	9,16 ± 0,55	5,52 ± 1,06	2,18 ± 0,19	30.96 ± 1,55

Selanjutnya dilakukan perendaman dalam larutan NaCl 10% dengan perbandingan (1:3) selama 15 menit, kemudian dicuci dan ditiriskan. Selanjutnya digiling dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam, setelah kering digiling dan dilanjutkan pengayakan menggunakan ayakan 70 mesh.

Analisis

Tepung koro kratok termodifikasi dianalisis proksimat meliputi : kadar air (Sudarmadji et. al., 1997), kadar abu (Sudarmadji et. al., 1997), kadar lemak (Sudarmadji et. al., 1997) dan kadar protein terlarut metode Lowry (Parkington et. al., 2000). Sifat fisik meliputi : viskositas (Subagio, 2006), densitas kamba (Santika, 2012) dan kecerahan (Subagio, 2006). Karakterisasi sifat fungsional meliputi : *Oil Holding Capacity* (OHC) (Subagio et. al., 2003), *Water Holding Capacity* (WHC) (Subagio et. al., 2003), daya buih dan stabilitas (Subagio et. al., 2003), serta daya emulsi dan stabilitas (Parkington et. al., 2000). Penentuan perlakuan terbaik menggunakan uji efektivitas (De Garmo et al., 1994).

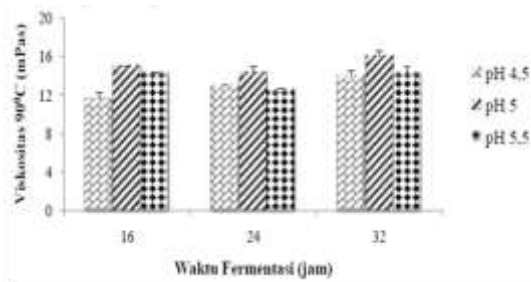
HASIL PENELITIAN

Proksimat Tepung Koro Kratok Termodifikasi

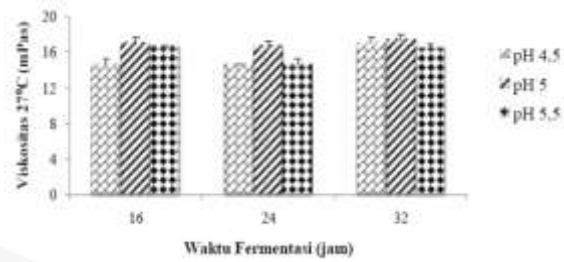
Analisis proksimat yang dilakukan yaitu meliputi : kadar air, abu, lemak dan protein terlarut. Kadar air yang dihasilkan berkisar antara 8,10 ± 0,68 sampai 9,16 ± 0,55 % dengan kadar abu yang berkisar antara 3,50 ± 0,83 sampai 5,52 ± 1,06 % (*dry basis*) dan kadar lemak yang berkisar antara 1,88 ± 0,06 sampai 2,18 ± 0,19 % (*dry basis*), serta kadar protein terlarut yang berkisar antara 30.74 ± 1,10 sampai 33.74 ± 1,20 % (*dry basis*). Hasil analisis proksimat tepung koro kratok termodifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Viskositas

Viskositas tepung koro kratok termodifikasi pada suhu 90°C berada pada kisaran nilai 11,67 ± 0,58 sampai 16 ± 0,00 mPas. Viskositas tepung koro kratok termodifikasi berbagai variasi pH perendaman dan waktu fermentasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Viskositas tepung koro kratok termodifikasi pada suhu 90oC



Gambar 2. Viskositas tepung koro kratok termodifikasi pada suhu 27oC

Viskositas dingin tepung koro kratok termodifikasi pada suhu 27oC berada pada kisaran nilai $14,67 \pm 0,58$ sampai $17,33 \pm 0,58$ mPas. Viskositas dingin tepung koro kratok termodifikasi dapat dilihat pada Gambar 2.

Sifat Fisik Tepung Koro Kratok Termodifikasi

Analisis sifat fisik tepung koro kratok termodifikasi meliputi densitas kamba dan kecerahan. Densitas kamba merupakan ukuran massa partikel yang menempati suatu unit volume tertentu. Densitas kamba tepung koro kratok termodifikasi berkisar antara $0,85 \pm 0,01$ sampai $0,88 \pm 0,01$ g/ml. Kecerahan dapat diketahui dengan menggunakan alat *colour reader*. Nilai kecerahan tepung koro kratok termodifikasi berkisar antara $90,01 \pm 1,73$ sampai $91,43 \pm 0,38$. Hasil analisis sifat fisik tepung koro kratok termodifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat fisik tepung koro kratok termodifikasi

Perlakuan	Densitas (g/ml)	Kecerahan
A1B1	$0,87 \pm 0,01$	$91,01 \pm 0,45$
A2B1	$0,85 \pm 0,01$	$91,39 \pm 0,83$
A3B1	$0,88 \pm 0,01$	$91,43 \pm 0,38$
A1B2	$0,87 \pm 0,00$	$90,35 \pm 0,87$
A2B2	$0,86 \pm 0,01$	$90,18 \pm 1,21$
A3B2	$0,87 \pm 0,01$	$90,68 \pm 0,67$
A1B3	$0,86 \pm 0,01$	$90,08 \pm 0,93$
A2B3	$0,86 \pm 0,01$	$90,01 \pm 1,73$
A3B3	$0,88 \pm 0,01$	$90,50 \pm 0,20$

Oil Holding Capacity (OHC) dan Water Holding Capacity (WHC)

OHC merupakan kemampuan protein dalam kapasitas menyerap dan

menahan minyak tanpa kondisi pemanasan, sedangkan WHC kemampuan protein dalam kapasitas menyerap dan menahan air tanpa kondisi pemanasan. OHC yang dihasilkan berkisar antara $184,02 \pm 43,38$ sampai $250,01 \pm 43,76$ %. Nilai WHC yang dihasilkan berkisar antara $168,19 \pm 17,67$ sampai $189,49 \pm 9,17$ %. Hasil analisis OHC WHC tepung koro kratok termodifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. OHC dan WHC tepung koro kratok termodifikasi

Perlakuan	OHC (%)	WHC (%)
A1B1	$184,02 \pm 43,38$	$184,00 \pm 5,07$
A2B1	$225,62 \pm 43,24$	$168,19 \pm 17,67$
A3B1	$213,85 \pm 10,53$	$173,51 \pm 26,13$
A1B2	$250,01 \pm 43,76$	$182,85 \pm 15,28$
A2B2	$213,39 \pm 44,95$	$170,40 \pm 11,87$
A3B2	$216,67 \pm 22,47$	$189,49 \pm 9,17$
A1B3	$224,97 \pm 50,31$	$179,10 \pm 13,72$
A2B3	$215,52 \pm 41,19$	$172,99 \pm 4,26$
A3B3	$206,03 \pm 38,64$	$173,83 \pm 9,16$

Daya Buih dan Stabilitas

Buih merupakan bentukan dari sistem dua fase yang mengandung udara atau gas sebagai media terdispersi dan cairan koloid sebagai media pendispersi, Daya buih yaitu kemampuan untuk membentuk dan menghasilkan buih dalam jumlah tertentu, sedangkan kemampuan untuk mempertahankan buih dalam waktu tertentu disebut stabilitas buih

Daya buih yang dihasilkan berkisar antara $18,82 \pm 0,44$ sampai $28,22 \pm 0,40$ ml/g. Stabilitas buih yang dihasilkan berkisar antara $13,37 \pm 0,89$ sampai $26,52 \pm 1,31$ %. Hasil analisis daya buih dan stabilitas tepung koro

kratok termodifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Daya buih dan stabilitas tepung koro kratok termodifikasi

Perlakuan	Daya buih (ml/g)	Stabilitas buih (%)
A1B1	19,30 ± 0,47	14,33 ± 1,03
A2B1	19,74 ± 0,30	16,24 ± 0,74
A3B1	28,22 ± 0,40	26,52 ± 1,31
A1B2	19,11 ± 0,28	14,65 ± 0,63
A2B2	19,43 ± 0,67	18,79 ± 1,05
A3B2	28,22 ± 0,40	25,76 ± 1,31
A1B3	18,82 ± 0,44	13,37 ± 0,89
A2B3	19,06 ± 0,65	15,81 ± 0,74
A3B3	27,70 ± 0,54	25,76 ± 1,31

Daya Emulsi dan Stabilitas

Emulsi adalah suatu dispersi atau suspensi cairan dalam cairan yang lain yang mana kedua molekul cairan tersebut tidak menyatu. Daya emulsi adalah kemampuan untuk membentuk emulsi dan mempertahankan stabilitas emulsi tersebut. Sedangkan stabilitas emulsi diartikan sebagai kemampuan suatu emulsi tetap stabil dan tidak berubah terhadap koalesen (pecahnya lapisan film akibat penggabungan agregat) dan flokulasi (terbentuknya agregat dari dua atau lebih droplet yang masing-masing masih berbentuk gelembung). Pengamatan daya emulsi dinyatakan dalam aktivitas emulsi (EAI) dan stabilitas emulsi (ESI). Aktivitas emulsi dinyatakan sebagai area interfacial (antar permukaan) maksimal per gram protein yang dapat distabilkan. Daya emulsi tepung koro kratok termodifikasi berada pada kisaran nilai $305,57 \pm 1,56$ sampai $333,63 \pm 6,70$ m²/g. Stabilitas emulsi tepung koro kratok termodifikasi berada pada kisaran nilai $3,51 \pm 0,01$ sampai $3,66 \pm 0,01$ jam. Hasil analisis daya emulsi dan stabilitas tepung koro kratok termodifikasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Uji Efektivitas

Uji efektivitas digunakan untuk mengetahui perlakuan yang memiliki nilai tertinggi atau terbaik untuk semua parameter yang dianalisis, sehingga dapat digunakan untuk membantu menentukan perlakuan terbaik. Nilai efektivitas yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 5. Daya emulsi dan stabilitas tepung koro kratok termodifikasi

Perlakuan	Aktivitas emulsi (m ² /g)	Stabilitas emulsi (jam)
A1B1	333,63 ± 6,70	3,60 ± 0,08
A2B1	321,99 ± 1,27	3,64 ± 0,01
A3B1	313,50 ± 1,62	3,66 ± 0,01
A1B2	326,05 ± 4,29	3,63 ± 0,05
A2B2	319,67 ± 0,97	3,65 ± 0,06
A3B2	306,32 ± 1,63	3,66 ± 0,02
A1B3	317,71 ± 1,86	3,53 ± 0,02
A2B3	319,60 ± 1,53	3,51 ± 0,01
A3B3	305,57 ± 1,56	3,65 ± 0,02

Tabel 6. Hasil uji efektivitas tepung koro kratok termodifikasi

Perlakuan	nilai
A1B1	0.49
A2B1	0.58
A3B1	0.70
A1B2	0.50
A2B2	0.46
A3B2	0.58
A1B3	0.34
A2B3	0.39
A3B3	0.57

PEMBAHASAN

Proksimat Tepung Koro Kratok Termodifikasi

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa kadar air tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 32 jam ($8,10 \pm 0,68$ %), sedangkan kadar air terendah yaitu pada perlakuan pH 4,5 dan fermentasi selama 16 jam ($8,10 \pm 0,68$ %). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 1 % pengaruh waktu fermentasi berbeda sangat nyata, akan tetapi pengaruh pH dan interaksi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Peningkatan kadar air selama proses fermentasi disebabkan karena semakin lama waktu fermentasi aktivitas mikroorganisme dalam merombak makromolekul semakin meningkat sehingga kadar air yang dihasilkan akan semakin tinggi. Menurut Fardiaz (1992), pada proses fermentasi terjadi perombakan glukosa menjadi karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O) sehingga akan meningkatkan kadar air pada bahan kering.

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa kadar abu tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 32 jam ($5,52 \pm 1,06$ %), sedangkan kadar abu terendah yaitu pada perlakuan pH 5 dan fermentasi selama 24 jam ($3,50 \pm 0,83$ %). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 1 % pengaruh waktu fermentasi berbeda sangat nyata, akan tetapi pengaruh pH dan interaksi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Lama waktu fermentasi mempengaruhi kadar abu tepung koro kratok termodifikasi karena adanya mineral yang larut air saat pencucian dan perendaman selama fermentasi.

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa kadar lemak tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 32 jam ($2,18 \pm 0,19$ %), sedangkan kadar lemak terendah yaitu pada perlakuan pH 4,5 dan fermentasi selama 32 jam ($1,88 \pm 0,06$ %). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 1 % pengaruh lama fermentasi dan pH tidak berbeda nyata, akan tetapi pengaruh interaksi dua perlakuan tersebut berbeda sangat nyata. Hal tersebut diduga karena pada saat proses fermentasi spontan dimungkinkan bakteri lipolitik dapat tumbuh. Bakteri lipolitik adalah bakteri yang memproduksi enzim lipase yaitu enzim yang mengkatalis hidrolisis lemak menjadi asam-asam lemak dan gliserol (Winarno, 1997). Gliserol memiliki sifat mudah larut dalam air, tidak berwarna dan tidak berbau sehingga kadar lemak dalam bahan semakin menurun (Lindsay, 1985).

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa kadar protein terlarut tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 16 jam ($33,74 \pm 1,20$ %), sedangkan kadar protein terlarut terendah yaitu pada perlakuan pH 4,5 dan fermentasi selama 32 jam ($30,74 \pm 1,10$ %). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 1 % pengaruh lama waktu fermentasi berbeda sangat nyata, akan tetapi pengaruh pH dan interaksi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Hal tersebut diduga karena pada saat proses fermentasi, protein koro kratok larut dalam air rendaman sehingga nilai protein terlarutnya juga semakin berkurang.

Viskositas

Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa viskositas panas tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5 dan fermentasi selama 32 jam ($16 \pm 0,00$ mPas), sedangkan viskositas panas terendah yaitu pada perlakuan pH 4,5 dan fermentasi selama 16 jam ($11,67 \pm 0,58$ mPas). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 1 % pengaruh lama waktu fermentasi, pH dan interaksi dua perlakuan tersebut berbeda sangat nyata. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu fermentasi, semakin banyak granula pati yang mengalami pembengkakan karena granula pati dapat menyerap air. Proses pemanasan dapat memutuskan ikatan hidrogen yang menghubungkan antara amilosa dan amilopektin pada pati, sehingga menyebabkan granula pati membengkak akibat terisi oleh air. Pada granula pati yang membengkak ini mengakibatkan sebagian amilosa dari pati keluar dari granula dan terlarut dengan air sehingga dapat membentuk pro gel.

Berdasarkan gambar 2 dapat diketahui bahwa viskositas dingin tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5 dan fermentasi selama 32 jam ($17,33 \pm 0,58$ mPas), sedangkan viskositas dingin terendah yaitu pada perlakuan pH 4,5 dan fermentasi selama 16 jam ($11,67 \pm 0,58$ mPas). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 1 % pengaruh lama waktu fermentasi, pH dan interaksi dua perlakuan tersebut berbeda sangat nyata terhadap viskositas dingin tepung koro kratok termodifikasi yang dihasilkan. Nilai viskositas dingin pada tepung koro kratok termodifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas panas. Hal ini disebabkan penurunan suhu setelah dilakukannya pemanasan dapat mengakibatkan ikatan hidrogen antara grup hidroksil rantai linier yang berdekatan sehingga dapat membentuk gel. Pembentukan gel merupakan salah satu bukti kemampuan molekul linier pati terlarut untuk berasosiasi (Pomeranz, 1991).

Sifat Fisik Tepung Koro Kratok Termodifikasi

Tabel 2 menunjukkan densitas kamba tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 32 jam ($0,88 \pm 0,01$ g/ml),

sedangkan densitas kamba terendah yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 24 jam ($0,85 \pm 0,01\text{g/ml}$). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 5 % pengaruh lama waktu fermentasi, pH dan interaksi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Hal ini diduga karena pada proses pembuatan tepung koro kratok termodifikasi menggunakan ayakan yang sama yaitu 70 mesh sehingga ukuran partikel tepung yang dihasilkan seragam dan tidak berbeda nyata antar perlakuan karena perlakuan pH dan lama fermentasi tidak mempengaruhi densitas kamba.

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui nilai kecerahan tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 16 jam ($91,43 \pm 0,38$), sedangkan nilai kecerahan terendah yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 32 jam ($90,01 \pm 1,73$). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 5 % pengaruh lama waktu fermentasi berbeda nyata, sedangkan pengaruh pH dan interaksi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Hal ini diduga karena dipengaruhi sebagian besar pigmen dan polifenol yang berikatan dengan protein larut dalam air selama fermentasi sehingga sedikit kandungan pigmen dan polifenolnya dan dapat meningkatkan nilai kecerahan tepung koro kratok termodifikasi.

Oil Holding Capacity (OHC) dan Water Holding Capacity (WHC)

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui nilai OHC tertinggi yaitu pada perlakuan pH 4,5 dan fermentasi selama 24 jam ($250,01 \pm 43,76\%$), sedangkan nilai OHC terendah yaitu pada perlakuan pH 4,5 dan fermentasi selama 16 jam ($184,02 \pm 43,38 \%$). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 5 % pengaruh lama waktu fermentasi, pH dan interaksi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa tepung koro kratok termodifikasi banyak memiliki protein dengan gugus hidrofobik. Penyerapan minyak selain terjadi karena minyak terperangkap secara fisik dalam protein tetapi juga terdapatnya ikatan non kovalen seperti atraksi hidrofobik, elektrostatik dan ikatan hidrogen pada interaksi lemak protein (Lawal, 2004). Hal ini

diduga berhubungan dengan kandungan albumin pada tapung koro kratok termodifikasi (Subagio *et. al.*, 2003).

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui Nilai WHC tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 24 jam ($189,49 \pm 9,17 \%$), sedangkan nilai WHC terendah yaitu pada perlakuan pH 5 dan fermentasi selama 16 jam ($168,19 \pm 17,67 \%$). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 5 % pengaruh lama waktu fermentasi, pH dan interaksi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Nilai WHC tepung koro kratok termodifikasi lebih rendah dibandingkan nilai OHC. Hal ini diduga dikarenakan gugus hidrofobik tepung koro kratok termodifikasi lebih dominan daripada gugus hidrofiliknya. Sehingga hidrofilisitas tepung koro kratok termodifikasi lebih rendah karena kelarutan proteinnya lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan El-Adawy (2000) bahwa protein dengan tingkat kelarutan yang tinggi mempunyai WHC yang rendah.

Daya Buih dan Stabilitas

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui daya buih tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 16 jam dan 24 jam ($28,22 \pm 0,40 \text{ ml/g}$), sedangkan nilai daya buih terendah yaitu pada perlakuan pH 4,5 dan fermentasi selama 32 jam ($18,82 \pm 0,44 \text{ ml/g}$). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 5 % pengaruh pH dan lama waktu fermentasi berbeda nyata, sedangkan pengaruh interaksi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Rendahnya pH mengakibatkan protein mengalami denaturasi sehingga kemampuan tepung koro kratok termodifikasi membentuk buih menurun karena kemampuan mengikat udara semakin rendah. Sifat pembuihan sangat dipengaruhi oleh pH, suhu dan adanya komponen lain (Slack dan Hill, 1985). Rendahnya daya buih terjadi akibat nilai pH menyebabkan kondisi protein koro kratok terutama globulin akan pecah, sehingga akan menurunkan kemampuan untuk mengikat udara dalam proses pembentukan buih (Feed and Nagodawithana, 1991).

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui stabilitas buih tertinggi yaitu pada perlakuan

pH 5,5 dan fermentasi selama 16 jam dan 32 jam ($26,52 \pm 1,31$ %), sedangkan nilai stabilitas buih terendah yaitu pada perlakuan pH 4,5 dan fermentasi selama 32 jam ($13,37 \pm 0,89$ %). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 5 % pengaruh pH dan lama waktu fermentasi berbeda nyata, sedangkan pengaruh interaksi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Semakin rendah pH maka semakin kecil stabilitas buih tepung koro kratok termodifikasi karena kemampuan mengikat dan mempertahankan udara semakin rendah.

Daya Emulsi dan Stabilitas

Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui daya emulsi tertinggi yaitu pada perlakuan pH 4,5 dan fermentasi selama 16 jam ($333,63 \pm 6,70$ m²/g), sedangkan nilai daya emulsi terendah yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 32 jam ($305,57 \pm 1,56$ m²/g). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 1 % pengaruh pH, lama waktu fermentasi dan interaksi dua perlakuan tersebut berbeda sangat nyata. Hal ini diduga karena protein pada produk tepung koro kratok termodifikasi mengalami denaturasi yang menyebabkan meningkatnya jumlah gugus non polar dan ikatan silang antar protein sehingga kemampuan bahan untuk membentuk daya emulsi meningkat. Protein dengan jumlah hidrofobik tinggi akan diabsorpsi pada permukaan antar fase w/o dan protein akan menurunkan tegangan permukaan antar fase dan membentuk emulsi (Zayas, 1997).

Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui stabilitas emulsi tertinggi yaitu pada perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 24 jam ($3,66 \pm 0,01$ jam), sedangkan nilai stabilitas emulsi terendah yaitu pada perlakuan pH 5 dan fermentasi selama 32 jam ($3,51 \pm 0,01$ jam). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada taraf (α) 1 % pengaruh pH dan lama waktu fermentasi berbeda sangat nyata, akan tetapi interaksi dua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Nilai stabilitas emulsi berbanding terbalik dengan daya emulsi. Hal ini diduga karena gugus non polar lebih dominan sehingga emulsifier akan lebih kuat diikat oleh minyak dibandingkan air akibatnya tegangan permukaan lebih tinggi dan emulsi

tidak mudah menyebar. Stabilitas emulsi penting karena pengemulsi yang baik tergantung pada kemampuan protein untuk memelihara sistem emulsi pada saat protein mengalami pemrosesan (Sugiyanto dan Manulang, 2001).

Uji Efektivitas

Berdasarkan data pada tabel 6, tepung koro kratok termodifikasi yang nilai efektivitas tertinggi yaitu pada perlakuan tepung pH 5,5 dan fermentasi selama 16 jam (0,70), sedangkan nilai efektivitas terendah yaitu pada perlakuan tepung pH 4,5 dan fermentasi selama 32 jam (0,34). Sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik yaitu tepung koro kratok termodifikasi perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 16 jam. Hal ini didukung dengan hasil beberapa parameter pengamatan yang memiliki nilai terbaik, antara lain protein terlarut ($33,74 \pm 1,20$ %), kecerahan ($91,43 \pm 0,38$), daya buih ($28,22 \pm 0,40$ ml/g), dan stabilitas buih ($26,52 \pm 1,31$ %).

KESIMPULAN

Perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu perlakuan pH 5,5 dan fermentasi selama 16 jam yaitu sebesar 0,70 dengan demikian tepung koro kratok termodifikasi lebih baik apabila digunakan dan diaplikasikan sebagai *food ingredient* baru sehingga menghasilkan produk yang lebih baik.

Nilai daya buih dan stabilitas buih tepung koro kratok termodifikasi cukup rendah sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan daya buih dan stabilitas buih tepung koro kratok termodifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Antony, H. dan T. S. Chandra. 1998. Antinutrient Reduction and Enhancement in Protein, Starch, and Mineral Availability in Fermented Flour of Finger Millet (*Eleusine coracana*). *Agric. Food Chem* 46 : 2578-2582.
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., dan Niluh, P. 1989. Analisis Pangan. Bogor : PAU Pangan dan Gizi IPB.
- El-Adawy, T. A. 2000. Functional Properties and Nutritional Quality of Acetylated

- and Succinylated Mung Bean Protein Isolate. *J. Food. Chem.* 70 : 83-91.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Feed, G. dan T. W. Nagodawithana. 1991. *Yeast Technology*. Second Edition. New York : Van Nostrand Reinhold.
- Fitrianingtyas, A. 2013. "Karakteristik Tepung Koro Komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) Termodifikasi Secara Fermentasi Spontan: Kajian pH dan Waktu". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember : Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Garmo, E. P., Sullivan, W. E., Canana. 1994. *Engineering Economy*. New York : Seventh edition.
- Kinsella dan Shetty. 1985. ACS Symp. Dalam : Damodaran, S. 1997. *Food Proteins and their Application*. New York : Marcel Dekker. Inc.
- Lawal, O. S. 2004. Functionality of African Locust Bean (*parkia biglobossa*) Protein Isolate : Effect of pH, Ionic Strength and Various Protein Concentrations. *J. Food. Chem.* 86 : 345-355.
- Parkingkton, Xiong, Blanchard, Srinivasan, dan Froning. 2000. Chemical and Functional Properties of Oxidatively Modified Beef Heart Surimi Stored at 2nd C. *Food Chemistry and Toxicology*. Vol. 65 No. 3 : 428 – 433.
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. New York : Academic Press. 24-27.
- Salunkhe, O. K., S. S. Kadam dan J. K. Chevan, 1985. *Postharvest Biotechnology of Food Legume*. Florida : CRC-Press Inc.
- Slack, C. H. dan C. G. Hill. J. R. 1985. *Journal of food processing and preservation*. Vol. X.
- Subagio, A. 2006. "Ubi Kayu : Substitusi Berbagai Tepung-Tepungan". *Food Review Indonesia*. April 2006 : 18-22.
- Subagio, A., W. S.Windrati, dan Y. Witono. 2003. *Development of Functional Proteins From Some Local Non-Oilseed Legumes as Food Additives*. Yogyakarta. Seminar Nasional Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia.
- Sudarmadji, S., Bambang Haryono dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty.
- Sugiyanto dan A. M. Manulang. 2001. Pembuatan Protein Konsentrat Wheat Pollard Sebagai Pemanfaatan Hasil Samping Penggilingan Gandum. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Vol. XII No I: 54-56.
- Suhardi. 1989. *Kimia dan Teknologi Protein*. Yogyakarta : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Zayas, J. F. 1997. *Functionally of Protein in Food*. Berlin : Springer