

**ABSTRAK DAN *EXECUTIVE SUMMARY*
PENELITIAN FUNDAMENTAL**



**INTERAKSI MAKROMOLEKUL GEL CAMPURAN PATI
TAPIOKA DENGAN PROTEIN KEDELAI ATAU PROTEIN
SUSU PADA SISTEM DENGAN VARIASI Ph DAN
PENGADUKAN**

**Dr. Triana Lindriati, ST.MP. (0014086803)
Dr. Ir. Herlina, MP. (0018056601)
Ahmad Nafi, STp. MP. (0003047802)**

**UNIVERSITAS JEMBER
November, 2013**

Interaksi Makromolekul Gel Campuran Pati Tapioka dengan Protein Kedelai atau Protein Susu pada Sistem dengan Variasi pH dan Pengadukan

Peneliti : Triana Lindriati¹, Herlina², Ahmad Nafi³
Mahasiswa Terlibat : Ike Jamaliyah⁴, Rizki Fatmawati⁵
Sumber Dana : DIPA Universitas Jember melalui penelitian Fundamental

¹ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

² Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

³ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

⁴ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

⁵ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

ABSTRAK

Interaksi karbohidrat-protein sangat penting untuk dipelajari karena peranannya dalam mempengaruhi sifat bahan. Pada penelitian ini yang dipelajari adalah interaksi antara pati tapioka dengan protein kedelai dan protein susu (whey dan casein) karena bahan-bahan tersebut mudah diperoleh dan telah banyak digunakan pada industri makanan di Indonesia. Penelitian ini mempelajari pengaruh komposisi dan pH pelarut terhadap sifat fisik dan mekanik gel dan film yang dihasilkan dari data yang diperoleh dapat diprediksi interaksi makromolekul yang terjadi. Komposisi karbohidrat-protein divariasikan terhadap jumlah protein yang ditambahkan yaitu 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Variasi pH dilakukan dengan tiga tingkat yaitu pH 4, pH 7 dan pH 9. Parameter yang diamati adalah: tekstur dan pengendapan gel. Ketika gel dicetak dan dibentuk lembaran parameter yang diamati adalah kekuatan tarik, perpanjangan dan daya larut. Analisa data dilakukan dengan menggunakan program minitab 1.4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar parameter dipengaruhi oleh interaksi diantara kedua perlakuan kecuali warna, tekstur dan kelarutan gel campuran tapioka dan isolat protein kedelai, demikian pula pada pengukuran kelarutan edible filmnya. Pada campuran whey dan tapioka interaksi antara perlakuan variasi komposisi dan pH tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan kelarutan edible film yang dihasilkan, sedangkan pada campuran casein dan tapioka tesktur gel dan kelarutan edible film tidak dipengaruhi oleh interaksi kedua perlakuan. Oleh karena itu dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa interaksi antara pati tapioka dengan protein susu baik whey maupun casein lebih peka terhadap perubahan pH dan komposisi.

Key word: Gel, edible film, tekstur, kuat tarik, perpanjangan.

EXECUTIVE SUMMARY

Interaksi Makromolekul Gel Campuran Pati Tapioka dengan Protein Kedelai atau Protein Susu pada Sistem dengan Variasi pH dan Pengadukan

Peneliti : Triana Lindriati¹, Herlina², Ahmad Nafi³
Mahasiswa Terlibat : Ike Jamaliyah, Rizki Fatmawati
Sumber Dana : DIPA Universitas Jember melalui penelitian Fundamental
Kontak email : lindriatitriana@yahoo.com
Diseminasi : 1 (satu) Seminar Internasional dan 1 (satu) jurnal

¹ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

² Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

³ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

⁴ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

⁵ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Latar Belakang dan Tujuan Penelitian

Karbohidrat dan protein merupakan polimer alami yang jumlahnya melimpah. Pemanfaatan karbohidrat dan protein sebagian besar selama ini adalah untuk bahan pangan. Dalam pengolahan makanan interaksi antara karbohidrat dan protein dapat dijumpai dalam berbagai produk makanan diantaranya adalah: *bakery*, *dairy product*, produk terekstruksi, *restructure meat*, dan lain sebagainya. Adanya interaksi karbohidrat dan protein dapat mempengaruhi berbagai sifat bahan diantaranya adalah : sifat aliran, stabilitas, tekstur dan *mouth feel* (de Kruif and Tuinier, 2001), bahkan dalam kondisi tertentu interaksi karbohidrat protein dapat membentuk makromolekul besar yang sulit larut bahkan sulit dicerna.

Selain pada bidang pangan interaksi karbohidrat protein juga telah dikembangkan pada bidang ilmu bahan. Interaksi karbohidrat protein dapat menghasilkan bahan dengan rentang yang luas dipandang dari sudut elastisitas, kekuatan tarik, daya hantar listrik dan panas, tekstur dan lain sebagainya. Dari penelitian terdahulu (Lindriati, 2011) dengan memodifikasi kondisi pencampuran dan komposisi dapat dihasilkan material yang lunak

seperti sponge hingga kuat seperti epoksi. Dengan sumber karbohidrat dan protein yang melimpah di alam pengembangan material dari bahan dasar protein dan karbohidrat menjadi hal yang menjanjikan. Oleh karena itu pengetahuan mengenai interaksi karbohidrat protein sangat penting untuk dikembangkan dan bermanfaat di bidang ilmu teknologi pangan maupun ilmu pengembangan material (bahan).

Interaksi karbohidrat protein dapat berupa ikatan kimia maupun hanya interaksi fisik yang dipengaruhi oleh kondisi pemasakan, pengadukan dan adanya komponen lain misalnya garam, asam maupun basa. Komponen seperti garam, asam maupun garam dapat memberikan perbedaan pH. Pada pengolahan bahan makanan perbedaan tingkat keasaman sering dijumpai.

Interaksi karbohidrat protein juga dapat dipengaruhi oleh kondisi pemasakan/penyiapan bahan diantaranya karena pengadukan. Koloid karbohidrat maupun protein merupakan fluida non newtonian dimana gaya geser akan mempengaruhi kekentalan/viskositas bahan. Pengaruh gaya geser terhadap perubahan viskositas koloid protein lebih besar dibandingkan pengaruhnya terhadap karbohidrat. Oleh karena itu pada kecepatan geser tertentu terjadi interaksi karena pengembangan volume protein (Lindriati, 2011).

Pati tapioka merupakan pati yang diperoleh dari Ubi Kayu dan merupakan pati yang paling mudah diperoleh dan murah harganya. Industri makanan di Indonesia lebih banyak menggunakan pati tapioka dibandingkan jenis pati yang lainnya. Tapioka dalam industri makanan selain digunakan sebagai sumber karbohidrat juga sebagai bahan tambahan yang berfungsi sebagai pengental, bahan pengisi, dan penstabil makanan (Radiyah dan Augusto, 1990).

Pati tapioka dalam industri makanan sering digunakan dalam campuran dengan Isolat protein kedelai (*restructure meat*, produk-produk pangan terekstruksi) maupun dengan protein susu (*dairy product*). Penelitian-penelitian yang telah mempelajari interaksi karbohidrat protein masih sedikit yang mengembang interaksi pati tapioka dan lebih banyak mengembangkan sumber pati yang lain seperti misalnya pati kentang, pati gandum dan pati jagung. Oleh karena itu perlu dipelajari interaksi pati tapioka dengan isolat protein kedelai maupun dengan protein susu.

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari interaksi pati tapioka dengan protein kedelai karena pengaruh perbedaan pH dan interaksi pati tapioka dengan protein susu karena pengaruh perbedaan pH. Selain itu juga dipelajari pengaruh komposisi protein terhadap interaksi karbohidrat dan protein. Dalam mempelajari interaksi dilakukan dengan mempelajari perubahan-perubahan sifat fisik pada gel dan *edible film* yang dibuat dari bahan-bahan tersebut.

Metodologi Penelitian yang Digunakan

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan dasar tapioka, isolat protein kedelai (IPK), isolat whey protein, isolat casein. Selain bahan tersebut digunakan gliserol dengan standart teknis. Pengaturan pH dilakukan dengan menggunakan HCl dan NaOH 0,2 M.

Berbagai peralatan digunakan untuk mendukung pelaksanaan penelitian diantaranya adalah: timbangan analitik (Ohaus), spektrofotometri (Genesys 10 W Scawing), colour reader (Minota CR-10), sentrifuge, vorteks (Type 16700 Mixer), pH meter, rheometer (Rheo Tex, type SD-700), Universal Testing Machine (shimadzu, EZ T 20).

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan April hingga Desember 2013. Sebagian besar dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Kimia-Biokimia, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Pembuatan gel *edible film*

Penelitian diawali dengan penyiapan bahan tepung campuran pati tapioka dengan isolat protein kedelai maupun isolat protein susu (*whey* maupun *casein*). Pencampuran dilakukan sedemikian rupa sehingga diperoleh campuran yang homogen. Komposisi campuran tepung tersebut divariasikan dengan perbedaan persentase protein yang ditambahkan yaitu: 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%.

Penelitian yang diawali dengan membuat gel *edible film* dari campuran karbohidrat dan protein. Pembuatan gel *edible film* dengan cara menambahkan 10 g tepung campuran dengan 100 ml *aquadest* (yang divariasai pH-nya 4, 7 dan 9 menggunakan HCl dan NaOH 0,2 M) dan 2,5 g

gliserol hingga terbentuk *slurry*. *Slurry* dibiarkan beberapa saat agar granula dapat menyerap air. Campuran dimasak dengan menggunakan *water bath* 100°C selama \pm 20 menit. Setelah dimasak gel dituangkan ke dalam wadah yang telah disediakan. Gel disimpan dalam lemari pendingin (\pm 4°C) selama 24 jam kemudian dilakukan pengukuran parameter.

Pembuatan *edible film*

Pembuatan *edible film* dengan cara yang mirip seperti pembuatan gel, akan tetapi gel tidak dituangkan diwadah dan disimpan dalam lemari pendingin. Gel yang terbentuk dicetak diatas plat dengan ukuran 10 x 10 cm² dengan 0,1 gr setiap 1 cm² dan dikeringkan dengan oven 40°C selama 20 jam. Setelah kering film dilepas dan disimpan dalam wadah yang berisi silica gel untuk diukur parameter-parameternya.

Rancangan Percobaan.

Data yang diperoleh dianalisa menggunakan **Rancangan Acak Lengkap 2** faktor yaitu komposisi bahan dasar dengan variasi penambahan protein (0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%) serta pH pelarut (4, 7, 9). Tiap perlakuan dilakukan 3 (tiga) kali pengulangan. Pengolahan data dilakukan dengan program minitab v 1.4. Uji lanjut yang digunakan adalah uji *tukey*. Rancangan digunakan baik ketika mempelajari gel maupun *edible film*-nya dan pada tiga jenis campuran bahan yaitu tapioka dengan ISP, tapioka dengan *whey* dan tapioka dengan *casein*.

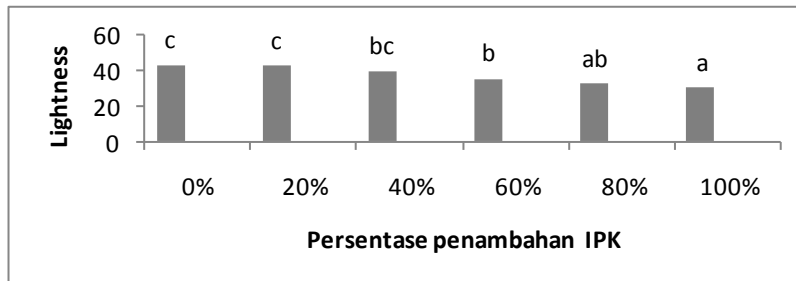
Parameter yang diukur

- Warna pada gel dan *edible filmnya* (Menggunakan Colour Reader Minota CR-10).
- Tekstur gel (Menggunakan Rheo Tex Type SD-700 Ogawa Seiki, Tokyo Jepang)
- Derajat Kelarutan (Dahle, 1971)
- Pengukuran *Water Holding Capacity* (WHC) (AACC, 1991, modifikasi)
- Ketebalan *edible film* (ASTM, 1995)
- Perpanjangan (Menggunakan standart ASTM (1981), Chang, et al., 2000)
- Kuat tarik/Tensile Strength (Menggunakan standart ASTM (1981), Chang, et al., 2000)
- Kelarutan (Sothornvit *et al.*, 2003 dengan modifikasi)

Pemaparan Hasil

Hasil pengukuran parameter gel dengan bahan dasar campuran IPK (Isolat Protein Kedelai) dan Tapioka

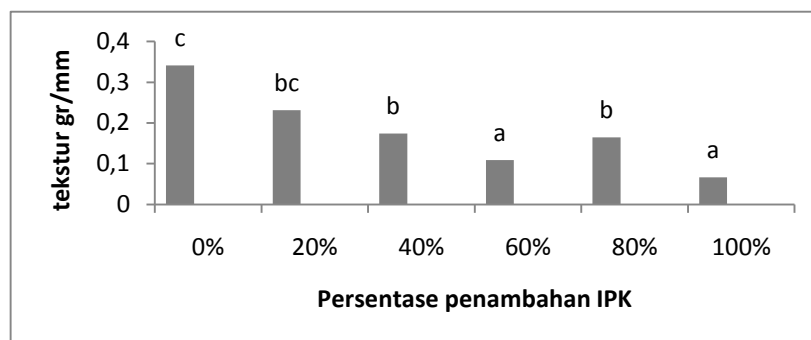
Hasil pengukuran *Lightness* gel *edible film* berkisar antara 30,24 – 42,61 (Gambar 1). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi bahan berpengaruh nyata, variasi pH pelarut tidak berpengaruh nyata, dan interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap *lightness* gel *edible film* ($\alpha = 5\%$).



Gambar 1. Diagram batang hasil pengukuran *lightness* gel *edible film* sebagai presentase penambahan IPK

Gambar 1 menunjukkan bahwa peningkatan jumlah IPK yang ditambahkan menurunkan nilai *lightness*. Hal tersebut dikarenakan gel protein kedelai berwarna kekuningan sehingga penambahan IPK pada gel tapioka dapat menurunkan nilai *lightness*.

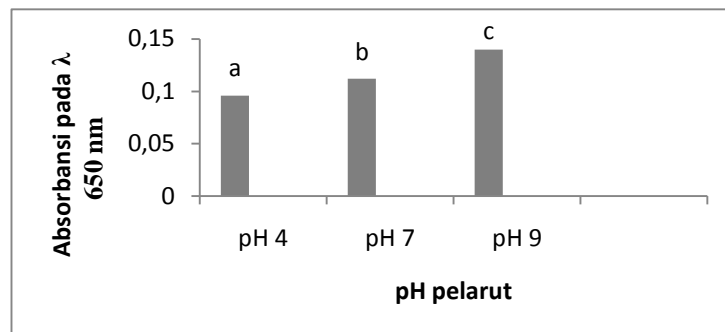
Hasil pengukuran tekstur gel *edible film* berkisar antara 0,07 – 0,34 gr/mm. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi bahan berpengaruh nyata, pH pelarut tidak berpengaruh nyata, sedangkan interaksi antara kedua parameter tidak berpengaruh terhadap tekstur gel *edible film* ($\alpha = 5\%$). Adapun data selengkapnya disajikan pada **Gambar 2**



Gambar 2. Diagram batang hasil pengukuran tekstur (gr/mm) gel *edible film* sebagai presentase penambahan IPK

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada penambahan IPK dari 0% hingga 60% terjadi penurunan tekstur secara signifikan. Hal tersebut dikarenakan sifat dari gel protein yang memang lebih lunak dari gel pati. Akan tetapi pada penambahan IPK 80%, terjadi peningkatan kembali nilai tekstur, hal tersebut diduga pada komposisi tersebut terjadi interaksi karbohidrat dan protein. Dugaan diperkuat dengan penurunan kembali nilai tekstur pada komposisi IPK 100%.

Pengukuran derajat kelarutan dengan mengukur absorbansi slurry, dimana semakin tinggi nilai absorbansi semakin tinggi kelarutan bahan. Hasil pengukuran absorbansi gel *edible film* berkisar antara 0,096 – 0,140. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi bahan tidak berpengaruh nyata, variasi pH berpengaruh nyata, sedangkan interaksi antara kedua parameter tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$). Data pengukuran absorbansi sebagai pengaruh pH disajikan pada **Gambar 3**.

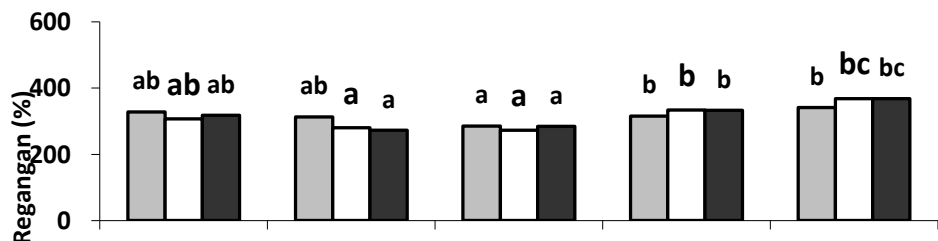


Gambar 3. Diagram batang hasil pengukuran absorbansi pada λ 650 nm dari gel *edible film* sebagai variasi pH pelarut.

Gambar 3 menunjukkan peningkatan pH meningkatkan nilai absorbansi yang berarti kelarutan semakin besar. Menurut Lehninger (1982) pengaruh pH didasarkan pada adanya perbedaan muatan antara asam - asam amino penyusun protein, daya tarik menarik yang paling kuat antar protein yang sama terjadi pada pH isoelektrik. Sedangkan pada pH di atas dan di bawah titik isoelektrik protein akan mengalami perubahan muatan yang menyebabkan menurunnya daya tarik menarik antar molekul protein, sehingga molekul lebih mudah terurai. Semakin jauh perbedaan pH dari titik isoelektrik maka kelarutan protein akan semakin meningkat, hal tersebut berpengaruh terhadap peningkatan nilai absorbansi pada penelitian ini.

Hasil pengukuran parameter *edible film* dengan bahan dasar campuran IPK (Isolat Protein Kedelai) dan Tapioka.

Hasil pengukuran perpanjangan *edible film* berkisar antara 285 – 518 %. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi berpengaruh nyata, pH pelarut berpengaruh nyata demikian pula dengan interaksi antara komposisi dan pH berpengaruh nyata terhadap perpanjangan *edible film* ($\alpha = 5\%$). Data hasil pengukuran perpanjangan *edible film* sebagai pengaruh interaksi faktor komposisi dan pH pelarut ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Diagram batang hasil pengukuran perpanjangan *edible film* sebagai variasi presentase penambahan IPK dan pH pelarut.

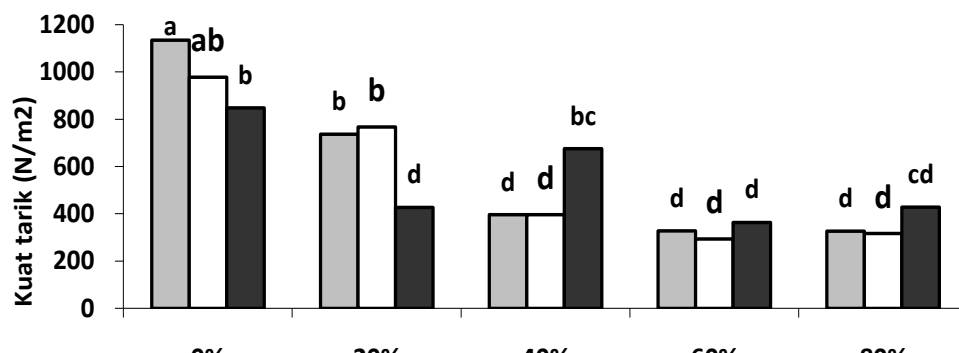
Gambar 4 memperlihatkan bahwa pengaruh interaksi komposisi dengan pH memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai perpanjangan. *Edible film* dengan perpanjangan tertinggi dihasilkan pada komposisi IPK 0% pada pH 9 sedangkan perpanjangan terendah dihasilkan pada komposisi IPK 60% pada pH 7. Secara umum peningkatan jumlah IPK yang ditambahkan menurunkan perpanjangan. Sedangkan peningkatan pH memberikan pengaruh yang nyata hanya pada komposisi IPK 0%, pada komposisi yang lain peningkatan pH tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perpanjangan.

Penurunan nilai perpanjangan seiring dengan peningkatan kekuatan tarik. Demikian juga pada penelitian Lindriati dkk (2007), penambahan fraksi protein koro pedang pada matrik *edible film* dari pati maizena menurunkan perpanjangan *edible film*. Penelitian Poeloengasih dan Marseno (2003), juga menunjukkan kecenderungan yang sama, dimana penambahan fraksi protein menurunkan perpanjangan *edible film* dari pati tapioka. Penambahan fraksi protein pada matrik *edible film* dari pati dapat menambah jumlah ikatan hidrogen intramolekul. Hal tersebut dapat menurunkan kemampuan plastisizer dalam menurunkan kekuatan ikatan hidrogen.

Hasil pengukuran kekuatan tarik *edible film* berkisar antara 2,94 KPa – 11,35 KPa. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi variasi komposisi

dan pH pelarut berpengaruh nyata terhadap kekuatan tarik *edible film* ($\alpha = 5\%$). Diagram batang hasil pengukuran kekuatan tarik *edible film* sebagai fungsi interaksi komposisi dan pH pelarut ditunjukkan pada **Gambar 5**

Gambar 5 memperlihatkan bahwa interaksi antara parameter komposisi dan pH pelarut memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekuatan tarik. *Edible film* dengan kekuatan tarik tertinggi dihasilkan pada komposisi IPK 100% pada pH 4. Sedangkan kekuatan tarik *edible film* terendah dihasilkan pada komposisi IPK 40% pada pH 4. Secara umum peningkatan komposisi IPK meningkatkan nilai kekuatan tarik. Hal tersebut disebabkan film berbahan dasar IPK memiliki kekuatan tarik lebih besar karena struktur protein memiliki berbagai jenis rantai samping, sehingga memungkinkan membentuk ikatan yang lebih kompak dan kuat, hal tersebut mengakibatkan *edible film* dari IPK memiliki nilai perpanjangan lebih kecil, akan tetapi memiliki nilai kuat tarik lebih besar.



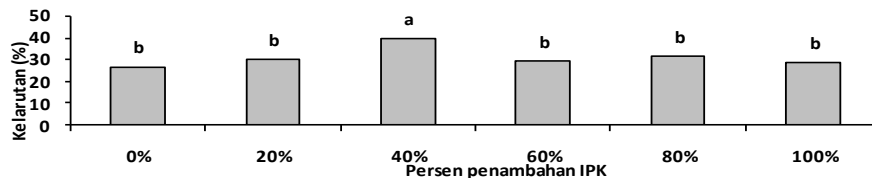
Gambar 5. Diagram batang hasil pengukuran kekuatan tarik *edible film* sebagai variasi presentase penambahan IPK dan pH pelarut.

Pengaruh pH terhadap nilai kekuatan tarik terlihat nyata pada rasio IPK 0%. Peningkatan dari pH 4,7 dan 9 menurunkan nilai kekuatan tarik. Hal tersebut seiring dengan pengukuran perpanjangan yang menunjukkan peningkatan pH meningkatkan perpanjangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada umumnya peningkatan kekuatan tarik *edible film* akan diikuti dengan penurunan perpanjangan.

Hasil pengukuran kelarutan *edible film* berkisar antara 21,394 – 44,125 %. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi berpengaruh nyata, pH berpengaruh nyata akan tetapi interaksi diantara kedua parameter tidak berpengaruh nyata terhadap kelarutan *edible film* ($\alpha = 5\%$). Diagram batang

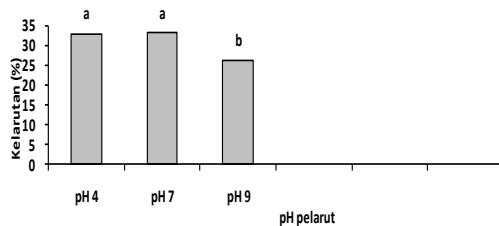
hasil pengukuran kelarutan *edible film* sebagai fungsi komposisi ditunjukkan pada **Gambar 6**.

Gambar 6 memperlihatkan bahwa pada komposisi IPK 0%, 20%, 40%, 80% dan 100% nilai kelarutan tidak berbeda nyata. Nilai kelarutan berbeda nyata hanya pada komposisi IPK 60%. Semakin tinggi nilai kelarutan bahan menunjukkan bahwa bahan tersebut semakin mudah larut dalam air.



Gambar 6. Diagram batang hasil pengukuran kelarutan *edible film* sebagai variasi persen penambahan IPK.

Hal ini diduga pada komposisi IPK 60% terjadi interaksi karbohidrat-protein sehingga mengakibatkan peningkatan kelarutan. Hal tersebut kemungkinan disebabkan berkurangnya ikatan disulfida dari protein akibat adanya interaksi tersebut sehingga mengakibatkan protein mudah larut.



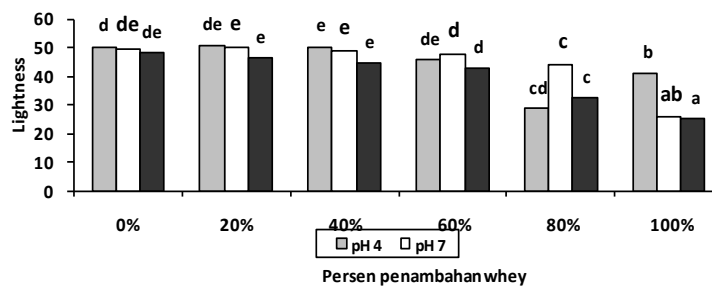
Gambar 7. Diagram batang hasil pengukuran kelarutan *edible film* sebagai variasi pH pelarut.

Gambar 7 menunjukkan bahwa pada pH 9 nilai kelarutan *edible film* lebih rendah jika dibandingkan dengan pH 4 dan pH 7. Menurut Lehninger (1982) pengaruh pH didasarkan pada adanya perbedaan muatan antara asam - asam amino penyusun protein, daya tarik menarik yang paling kuat antar protein yang sama terjadi pada pH isoelektrik. Sedangkan pada pH di atas dan di bawah titik isoelektrik protein akan mengalami perubahan muatan yang menyebabkan menurunnya daya tarik menarik antar molekul protein, sehingga molekul lebih mudah terurai. Semakin jauh perbedaan pH dari titik isoelektrik

maka kelarutan protein akan semakin meningkat, hal tersebut berpengaruh terhadap nilai kelarutan *edible film* yang justru menurun.

Hasil pengukuran parameter gel campuran whey protein dan tapioka

Hasil pengukuran nilai *lightness* (L) berkisar antara 25.30 sampai 51.10 dimana hasil sidik ragamnya menunjukkan bahwa variasi pH berpengaruh sangat nyata, komposisi berpengaruh sangat nyata dan interaksi kedua parameter tersebut berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 5\%$). Hasil pengukuran *lightness* (L) gel sebagai variasi komposisi dan pH pelarut disajikan pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Diagram batang hasil pengukuran *lightness* sebagai variasi persen penambahan *whey* dan pH pelarut.

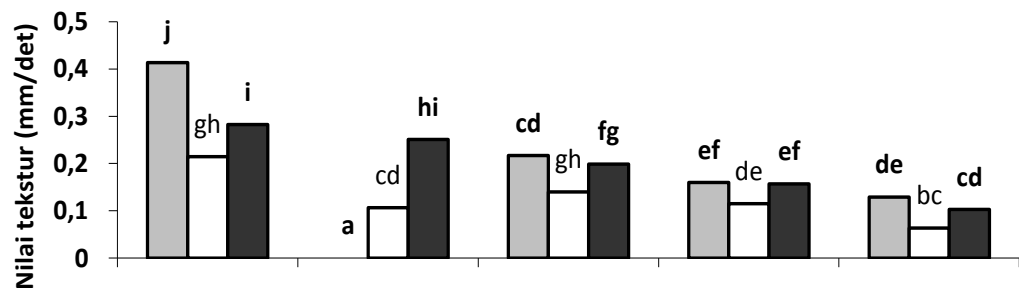
Gambar 8 menunjukkan bahwa secara umum peningkatan komposisi *whey* menurunkan nilai *lightness*, karena penambahan *whey* protein semakin besar mengakibatkan warna gel semakin *opaque* hal tersebut berpengaruh terhadap nilai *lightness* gel. Semakin besar komposisi tapioka pada gel *edible film* maka nilai *lightness* yang dihasilkan semakin besar, hal tersebut disebabkan karena memang gel pati berwarna lebih bening.

Pada komposisi *whey* 0%, 20%, 40% dan 100% peningkatan pH menurunkan nilai *lightness*, hal tersebut disebabkan karena peningkatan pH meningkatkan kelarutan protein. Semakin banyak protein yang larut memungkinkan pembentukan gel yang semakin homogen sehingga dapat menutupi kejernihan gel tapioka. Pada gel 0% *whey* atau 100% tapioka peningkatan pH juga menurunkan nilai *lightness*, hal tersebut menunjukkan bahwa gel pati semakin *opaque* dengan peningkatan pH.

Pada komposisi *whey* 60% dan 80% peningkatan pH dari 4 ke 7 meningkatkan *lightness*, sedangkan dari 7 ke 9 menurunkan *lightness*. Hal tersebut disebabkan karena pada pH 4 nilai kelarutan protein menurun

sehingga pada saat dibentuk gel terpisah antara lapisan gel protein dengan gel pati, hal tersebut diduga berpengaruh terhadap nilai *lightness*.

Hasil pengukuran tekstur berkisar antara 0,00 sampai 0,41 gr/mm, dimana hasil sidik ragamnya menunjukkan bahwa variasi pH berpengaruh sangat nyata, komposisi berpengaruh sangat nyata dan interaksi kedua parameter tersebut berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 5\%$). Hasil pengukuran tekstur gel sebagai variasi komposisi dan pH pelarut disajikan pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Diagram batang hasil pengukuran tekstur sebagai variasi persen penambahan *whey* dan pH pelarut.

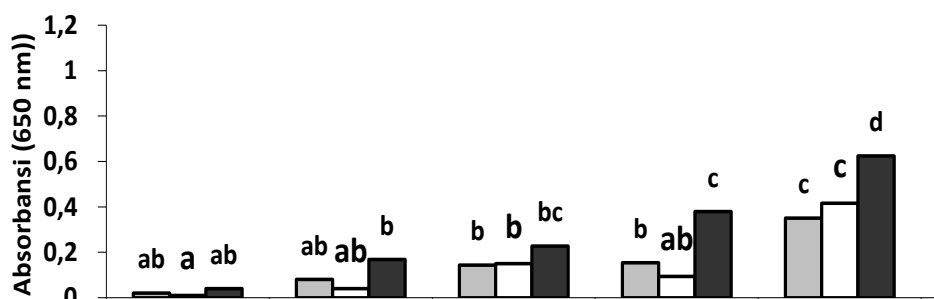
Gambar 9 memperlihatkan bahwa pada gel *edible film* dengan tekstur tertinggi dihasilkan pada komposisi 0% pada pH 4, sedangkan tekstur terendah dihasilkan pada komposisi 20% pada pH 4. Secara keseluruhan rata-rata penambahan *whey* protein menurunkan nilai tekstur dikarenakan gel *whey* protein memang lebih lunak dibandingkan gel tapioka.

Pada komposisi *whey* 0%, 40%, 60% dan 80% menunjukkan bahwa pada pH 4 gel lebih keras daripada gel pH 9 dan yang paling rendah yaitu pada pH 7. pH 4 merupakan titik isoelektrik, dimana protein memiliki kelarutan paling rendah oleh karena itu ketika dipanaskan protein terpisah dari pati dan gelnya memperkuat matrik gel protein-pati sehingga mengakibatkan nilai tekstur meningkat. Sedangkan pada pH 9 kelarutan protein paling tinggi sehingga memungkinkan terjadi interaksi antara molekul pati dan protein yang saling memperkuat gel pati-protein sehingga gel yang dihasilkan lebih kuat dibanding pada pH 7. Akan tetapi pada komposisi 20% dan 100% menunjukkan kondisi yang berbeda. Pada komposisi 20% nilai tekstur pada pH 4 justru paling rendah. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena jumlah protein yang ditambahkan masih terlalu sedikit sehingga gumpalan endapan protein bukan memperkuat matrik gel melainkan melemahkan, sehingga nilai tekstur yang dihasilkan lebih lunak. Sedangkan pada komposisi

100% gel hanya terdiri dari protein saja sehingga pada pH 9 nilai kelarutannya semakin besar sehingga gel yang dihasilkan semakin lunak.

Hasil pengukuran absorbansi untuk mengukur kelarutan berkisar antara 0,01 sampai 1,08 dimana hasil sidik ragamnya menunjukkan bahwa variasi pH berpengaruh sangat nyata, komposisi berpengaruh sangat nyata dan interaksi kedua parameter tersebut berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 5\%$). Hasil pengukuran absorbansi gel sebagai variasi komposisi dan pH pelarut disajikan pada **Gambar 10**.

Berdasarkan data histogram pada **Gambar 10** memperlihatkan bahwa rata-rata penambahan *whey* protein meningkatkan nilai absorbansi yang berarti gel lebih mudah larut. Hal tersebut dikarenakan gel protein yang lebih lunak sehingga lebih mudah hancur dibanding dengan gel tapioka, oleh karena itu pembacaan nilai absorbansi pada panjang gelombang 650 nm meningkat.

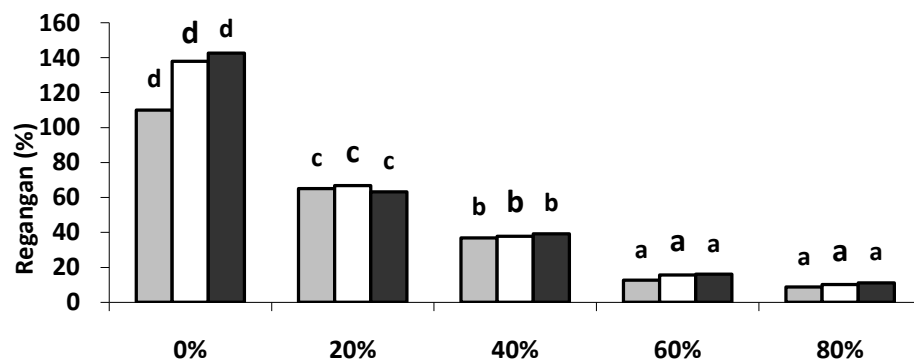


Gambar 10. Diagram batang hasil pengukuran tekstur sebagai variasi persen penambahan *whey* dan pH pelarut.

Secara umum pada pH 9 nilai rata-rata absorbansi derajat kelarutan lebih besar dibanding dengan pH yang lain (4 dan 7). Hal tersebut disebabkan pada pH 9 kelarutan protein paling besar sehingga nilai kelarutan gelnya juga meningkat hal tersebut diduga meningkatkan nilai absorbansi. Menurut Lehninger (1982), yang menyatakan pengaruh pH didasarkan pada adanya perbedaan muatan antara asam-asam amino penyusun protein, daya tarik-menarik yang paling kuat antar protein yang sama terjadi pada pH isoelektrik. Sedangkan pada pH di atas dan di bawah titik isoelektrik protein akan mengalami perubahan muatan yang menyebabkan menurunnya daya tarik menarik antar molekul protein, sehingga molekul lebih mudah terurai. Pada komposisi whey 0% gel hanya terdiri dari tapioka saja sehingga nilai absorbansi tidak dipengaruhi oleh pH.

Hasil pengukuran parameter *edible film* campuran *whey* protein dan tapioka

Hasil pengukuran regangan pada penelitian ini adalah 0,00% hingga 142.68% . Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi *whey* - tapioka berpengaruh nyata, variasi pH berpengaruh nyata, dan interaksi diantara kedua parameter tersebut berpengaruh nyata terhadap regangan *edible film* yang dihasilkan. Hasil pengukuran regangan sebagai fungsi komposisi dan ph ditunjukkan pada **Gambar 11**



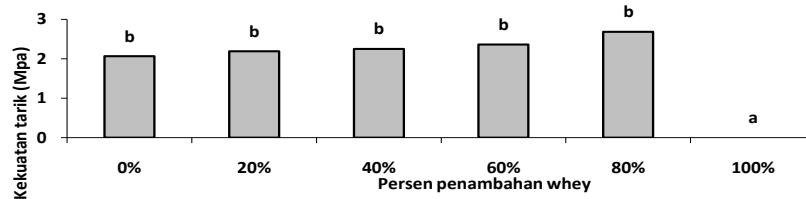
Gambar 11. Diagram batang hasil pengukuran regangan sebagai variasi persen penambahan *whey* dan pH pelarut.

Berdasarkan data pada **Gambar 11** nilai regangan tertinggi pada komposisi *whey* 0% dan pH 9 sedangkan terendah pada komposisi *whey* 100% dan pH 4. Secara keseluruhan regangan *edible film* semakin menurun seiring bertambahnya protein *whey*. Pada komposisi *whey* 100% nilai regangan *edible film* 0% karena *edible film* yang dihasilkan rapuh dan retak sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran. Hasil tersebut seiring dengan hasil pengukuran tekstur gel (**Gambar 9**), yang menunjukkan penurunan tekstur seiring dengan peningkatan jumlah *whey* yang ditambahkan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pH tidak berpengaruh terhadap nilai regangan *edible film*. Pada komposisi *whey* 0% atau tapioka 100% kenaikan pH meningkatkan nilai regangan secara nyata. Hasil pengukuran tekstur gel menunjukkan penurunan jika terjadi peningkatan pH dari 4 ke 9 (**Gambar 9**) hal tersebut berpengaruh kepada kemampuan untuk meregang semakin rendah. Gel dengan tekstur yang lunak kemungkinan dapat menghasilkan film yang elastis.

Hasil pengukuran kuat tarik *edible film* bekisar antara 0,00 Mpa hingga 2.68 Mpa. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi *whey* berpengaruh nyata, variasi pH berpengaruh nyata akan tetapi interaksi

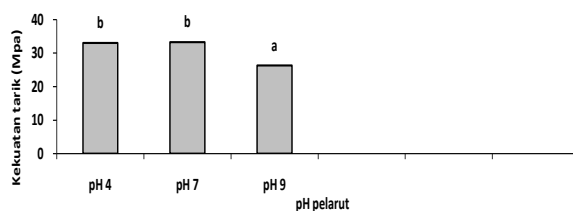
diantara kedua parameter tersebut berpengaruh tidak nyata terhadap kekuatan tarik. Hasil pengukuran kuat tarik *edible film* sebagai pengaruh komposisi ditunjukkan pada **Gambar 12**



Gambar 12. Diagram batang hasil pengukuran kuat tarik sebagai variasi persen penambahan *whey*.

Berdasarkan data pada Gambar 12 menunjukkan bahwa kuat tarik *edible film* semakin tinggi seiring bertambahnya protein *whey*. *Film* dari bahan berprotein memiliki kuat tarik yang lebih besar dari pada *film* dari pati. Menurut Guilbert and Graille (1994), secara umum sifat mekanis *edible film* dari protein lebih baik dari pada *edible film* dari pati.

Pada komposisi *whey* 100% tidak dilakukan pengukuran kekuatan tarik karena *film* yang dihasilkan retak dan hancur. Hal tersebut juga dapat dihubungkan dengan hasil pengukuran tekstur gel yang menunjukkan nilai yang sangat kecil pada komposisi *whey* 100% (Gambar 9).

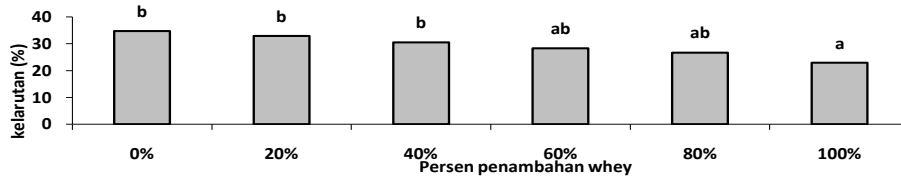


Gambar 13. Diagram batang hasil pengukuran kuat tarik sebagai variasi pH pelarut

Hasil pengukuran kekuatan tarik (**Gambar 13**) menunjukkan bahwa kuat tarik *edible film* semakin rendah seiring meningkatnya pH larutan, hal tersebut diduga berhubungan dengan perubahan kelarutan protein. Pada pH larutan yang mendekati titik isoelektrik protein memiliki kelarutan yang rendah.

Hasil pengukuran kelarutan *edible film* bekisar antara 22,90% hingga 34.69% . Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi *whey* berpengaruh nyata, variasi pH berpengaruh nyata akan tetapi interaksi diantara kedua

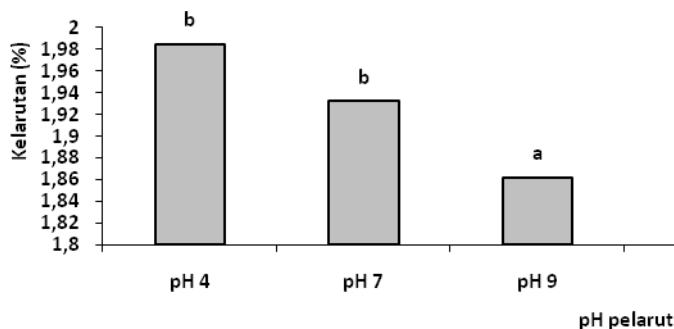
parameter tersebut berpengaruh tidak nyata terhadap nilai kelarutan. Hasil pengukuran kelarutan *edible film* sebagai pengaruh komposisi *whey* ditunjukkan pada **Gambar 14**.



Gambar 14. Diagram batang hasil pengukuran kelarutan sebagai variasi persen penambahan *whey*.

Gambar 14, menunjukkan bahwa peningkatan komposisi *whey* menurunkan nilai kelarutan. Kelarutan *edible film* yang tinggi menunjukkan bahwa *edible film* tersebut mudah larut dalam air, dimana kelarutan *edible film* menurun seiring bertambahnya protein *whey*. Hal tersebut dikarenakan protein *whey* akan terdenaturasi saat dipanaskan, dimana gugus hidrofobik akan berada diluar dan gugus hidrofilik akan melipat kedalam sehingga menghasilkan *film* yang tidak mudah larut dalam air.

Hasil pengukuran kelarutan sebagai fungsi variasi pH ditunjukkan pada **Gambar 15**. Data hasil pengukuran menunjukkan peningkatan kelarutan seiring dengan peningkatan pH. Pada pH 4 *edible film* memiliki kelarutan dalam air yang lebih kecil jika dibandingkan dengan *edible film* pada pH 7 dan pH 9. Hal tersebut diduga bahwa kelarutan *film* dalam air dipengaruhi oleh kelarutan proteinnya, dimana semakin jauh dari titik isoelektrik kelarutan protein semakin besar begitu pula dengan kelarutan *edible film*-nya.

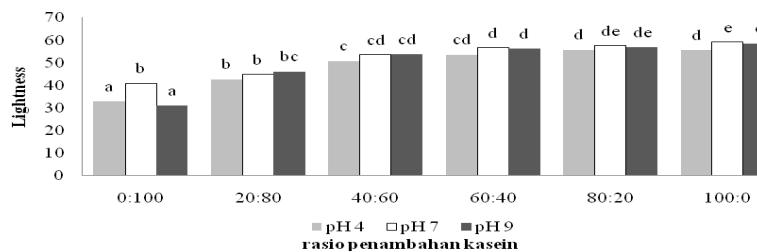


Gambar 15. Diagram batang hasil pengukuran kelarutan sebagai variasi pH pelarut

Hasil Pengukuran Parameter Gel *Edible Film* dengan Bahan Dasar Campuran Kasein dan Tapioka

Hasil pengukuran *Lightness* gel *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 50,97 hingga 79,11. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa rasio kasein-tapioka dan pH berpengaruh terhadap nilai *lightness* serta terdapat interaksi antar kedua perlakuan ($\alpha = 0,05$). Histogram hasil pengukuran *lightness* gel *edible film* disajikan pada **Gambar 16**.

Gambar 16 menunjukkan bahwa nilai *lightness* gel *edible film* meningkat seiring dengan peningkatan ratio kasein-tapioka 0:100 hingga 100:0. Semakin besar penambahan kasein maka nilai *lightness* yang dihasilkan semakin besar pula. Peningkatan nilai *lightness* ini diakibatkan oleh warna putih yang diberikan oleh kasein. Kasein menyumbang warna putih pada susu (Zayas, 1997).

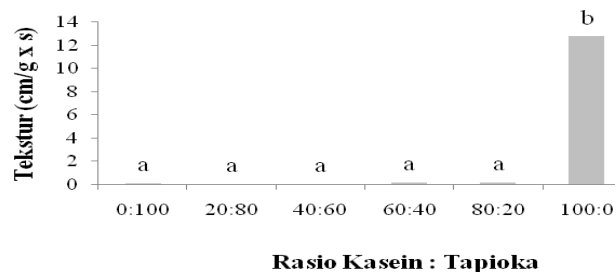


Gambar 16. Histogram hasil pengukuran *lightness* gel *edible film* dengan variasi rasio penambahan kasein dan pH pelarut

Pada sub bagian ini dikarenakan gel kasein sangat lunak metode pengukuran menggunakan metode bola jatuh. Hasil pengukuran viskositas dinyatakan dalam g/cm.s. Viskositas gel *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 0,007 hingga 13,142 g/mm.s. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa rasio kasein-tapioka berpengaruh terhadap viskositas akan tetapi pH dan interaksi diantara kedua parameter tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$). Histogram hasil pengukuran viskositas gel *edible film* disajikan pada **Gambar 17**.

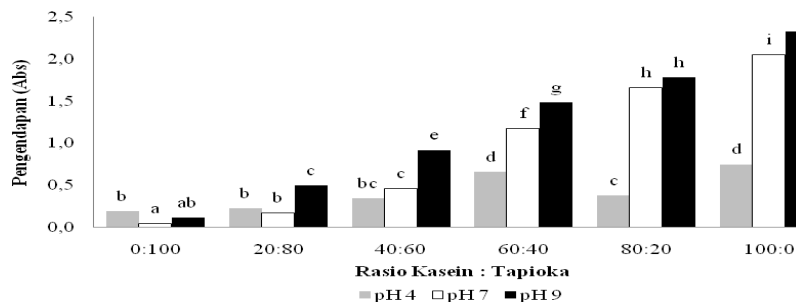
Gambar 17 menunjukkan bahwa gel *edible film* dengan nilai pengukuran viskositas tertinggi terdapat pada rasio kasein-tapioka 100:0 sedangkan gel *edible film* dengan nilai pengukuran terendah terdapat pada rasio kasein-tapioka 0:100 sebesar 0,007 g/cm.s. **Gambar 17** juga menunjukkan bahwa

semakin besar rasio kasein yang ditambahkan meningkatkan nilai pengukuran yang berarti menurunkan nilai viskositas gel *edible film* .



Gambar 17 Histogram hasil pengukuran tekstur gel *edible film* dengan variasi rasio kasein-tapioka.

Hasil pengukuran absorbansi gel *edible film* pada penelitian ini berkisar antara 0,080 hingga 2,333. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa rasio kasein-tapioka dan pH sangat berpengaruh terhadap pengendapan serta terdapat interaksi antar kedua parameter ($\alpha = 0,05$). Histogram pengendapan gel *edible film* yang dinyatakan dalam absorbansi disajikan pada **Gambar 18**.



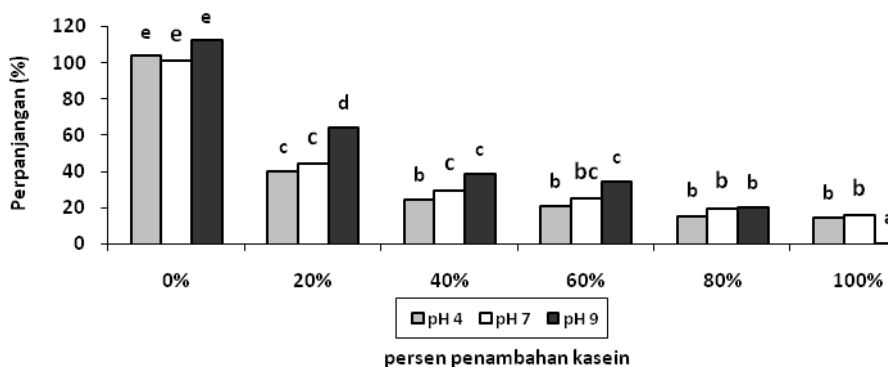
Gambar 18 Histogram hasil pengukuran pengendapan gel *edible film* pada rasio kasein-tapioka dan pH

Gambar 18 menunjukkan bahwa gel *edible film* dengan nilai absorbansi tertinggi terdapat pada rasio kasein-tapioka 100:0 pH 9 sedangkan gel *edible film* dengan nilai absorbansi terendah terdapat pada rasio kasein-tapioka 0:100 pH 7. Semakin banyak penambahan kasein maka nilai absorbansi semakin meningkat. Hal ini dikarenakan gel protein yang lebih rapuh dibandingkan karbohidrat

Pada semua rasio kasein-tapioka pH berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai pengendapan. Hasil penelitian menunjukkan nilai absorbansi tertinggi umumnya pada pH 9 sehingga nilai pengendapan terendah yang berarti gel *edible film* mudah larut dalam pelarut.

Hasil pengukuran parameter *edible Film* Berbahan Dasar Campuran Kasein dan Tapioka.

Hasil pengukuran perpanjangan pada penelitian ini menunjukkan perpanjangan *edible film* berkisar antara 15,464% sampai 112,065%. Hasil sidik ragam menunjukkan persen penambahan kasein, pH pelarut dan interaksi diantara kedua parameter tersebut berpengaruh nyata terhadap perpanjangan *edible film* ($\alpha = 0,05$). Histogram hasil pengukuran perpanjangan *edible film* dapat dilihat pada **Gambar 19**.



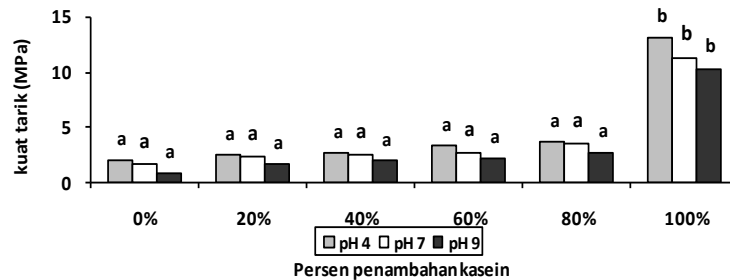
Gambar 19. Histogram hasil pengukuran perpanjangan *edible film* yang dibuat dari variasi persen penambahan kasein dan pH pelarut.

Gambar 19 menunjukkan perpanjangan *edible film* menurun seiring dengan peningkatan persen penambahan kasein. Secara umum peningkatan pH pelarut *edible film* tidak berpengaruh nyata terhadap persen perpanjangan dilihat dari persen penambahan kasein 0%; 20% dan 100%, akan tetapi berpengaruh nyata pada persen penambahan kasein 40%; 60%; dan 80%. Peningkatan pH dapat meningkatkan perpanjangan.

Hasil pengukuran pada penelitian ini menunjukkan kuat tarik *edible film* berkisar antara 0,894 MPa sampai 13,128 MPa. Hasil sidik ragam menunjukkan persen penambahan kasein, pH pelarut dan interaksi diantara kedua parameter tersebut berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik *edible film* ($\alpha = 0,05$). Histogram hasil pengukuran kuat tarik *edible film* dapat dilihat pada **Gambar 20**.

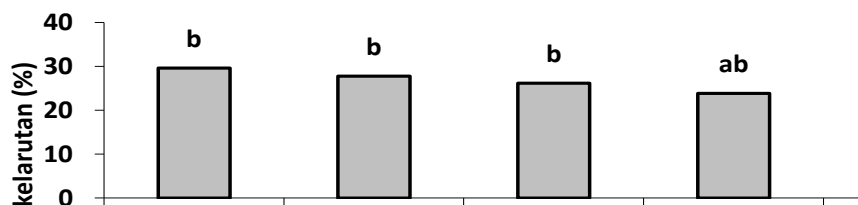
Gambar 20 nilai kuat tarik *edible film* menurun dari persen penambahan kasein 0% hingga 100%. Semakin meningkat kasein yang ditambahkan maka kuat tarik *edible film* semakin besar. Hal ini dikarenakan *edible film* yang dibuat dari bahan berprotein memiliki kuat tarik yang lebih besar dibandingkan *edible film* dari karbohidrat. Secara umum dengan meningkatnya pH pelarut

menurunkan nilai kuat tarik *edible film*. Hal ini dikarenakan peningkatan pH meningkatkan kelarutan protein.



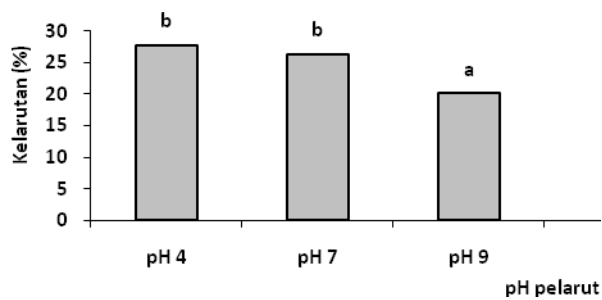
Gambar 20. Histogram hasil pengukuran kuat tarik *edible film* yang dibuat dari variasi persen penambahan kasein dan pH pelarut.

Hasil pengukuran pada penelitian ini menunjukkan kelarutan *edible film* berkisar antara 18,807% sampai 35,972%. Hasil sidik ragam menunjukkan proporsi tapioka-kasein dan pH pelarut berpengaruh nyata terhadap kelarutan *edible film* dan interaksi kedua parameter tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) Histogram hasil pengukuran kelarutan *edible film* dapat dilihat pada **Gambar 21**.



Gambar 21. Histogram hasil pengukuran kelarutan *edible film* yang dibuat dari variasi persen penambahan kasein.

Gambar 21 menunjukkan nilai kelarutan *edible film* meningkat dari proporsi tapioka-kasein 0:100 hingga 100:0. Semakin besar jumlah tapioka yang ditambahkan maka kelarutan *edible film* semakin tinggi akan tetapi peningkatan dari proporsi 0:100; 20:80; dan 40:60 tidak berbeda nyata. Peningkatan yang terlihat berbeda nyata yaitu dari proporsi 0:100 ke proporsi 60:40%. Perbedaan nyata terlihat dengan proporsi 60:40; 80:20 dan 100:0. Hal ini diduga karena komposisi tapioka yang semakin tinggi menyebabkan *edible film* yang dihasilkan bersifat hidrofilik. Dengan kondisi hidrofilik tersebut akan lebih memudahkan *edible film* terlarut di dalam air.



Gambar 22 Histogram hasil pengukuran kelarutan *edible film* yang dibuat dari variasi pH pelarut tapioka-kasein.

Simpulan Akhir dari Hasil Penelitian.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, pada campuran tapioka : ISP komposisi berpengaruh terhadap nilai kecerahan, tekstur gel serta kelarutan *edible film*, sedangkan pH berpengaruh terhadap laju pengendapan gel dan kelarutan *edible film*. Interaksi antara perlakuan komposisi dan pH berpengaruh terhadap perpanjangan dan kuat tarik *edible film*.

Pada penelitian dengan campuran tapioca : whey menunjukkan bahwa komposisi berpengaruh terhadap kuat tarik dan kelarutan *edible film* demikian pula dengan perlakuan pH. Interaksi antara perlakuan komposisi dan pH berpengaruh terhadap nilai kecerahan, tekstur, laju pengendapan dari gel serta perpanjangan *edible film*.

Pada penelitian dengan campuran tapioka : casein menunjukkan bahwa perlakuan variasi komposisi berpengaruh terhadap tekstur gel dan kelarutan *edible film*, sedangkan perlakuan pH berpengaruh terhadap kelarutan *edible film*. Interaksi antara perlakuan komposisi dan pH pelarut berpengaruh terhadap kecerahan dan laju pengendapan gel demikian pula terhadap perpanjangan dan kuat tarik *edible film*.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa campuran tapioka dengan protein susu (whey dan casein) lebih sensitif terhadap perlakuan komposisi dan pH. Pada komposisi 80:20 dan 60:40 di duga terdapat interaksi makromolekul.

Key word: Gel, edible film, tekstur, kuat tarik, perpanjangan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of Cereal Chemist (AACC) Technical Committee, 1981. Water Holding Capacity. **Cereal Foods World**, **26**: 291.
- Chang, Y.P., P.B. Cheah and C.C. Seow, 2000. Plasticising-antiplasticising effect of water on physical properties of tapioca starch films in the glassy state. **J. Food Sci.**, **65 (3):445-451**
- Dahle, L.K., 1971. Wheat protein-starch interaction. I. Some starch binding effect of wheat flour. **Cereal Chem.**, **48**: 706 – 715.
- De Kruif, C.G. and R. Tuinier, 2001. Polysaccharide protein interactions. **Food Hydrocolloids** **15**: 555-563.
- Kinsella, J.E., 1979. Functional properties of soy protein. **J. of the American Oil Chem. Society**, **56 (3): 242 – 258**.
- Kinsella, J.E., S. Damodaran and B. German, 1985. Physicochemical and functional properties of Isolated Protein with emphasis on soy protein dalam: Altschul, A.M. and H.L. Wilcke (eds). **New Protein Foods**. Academic Pres. Orlando.
- Lindriati, T., I. Setiawan, Maryanto dan Tamtarini, 2007. Pengaruh penambahan isolat protein koro pedang (*Canavalia Ensiformis*) terhadap sifat fisik dan mekanik edible film dari pati jagung. **Jurnal Agroteknologi**, **1 (1): 47 -54**.
- Mawarwati, S., S. B. Widjanarko, dan T. Susanto. 2001. Mempelajari karakteristik edible film berantioksidan dari gandum (*Triticum aestivum* L.) dan pengaruhnya dalam pengendalian pencoklatan pada irisan apel (*Malus sylvestris*). **Biosain**, **1 (1): 61-76**.
- Poeloengasih, C.D. dan D.W. Marseno, 2003. Karakterisasi edible film komposit protein biji kecipir dan tapioka. **J. Teknologi & Industri Pangan**, **14(3): 224 – 232**.
- Radiyah, T. dan W.M. Augusto, 1990. **Tepung tapioka**. BPTTG Puslitbang Fisika Terapan- LIPI, 10 – 13.
- Sothornvit R., C.W. Olsen, T.H. McHugh and J.M. Krochta, 2003. Formation conditions, water-vapor permeability, and solubility of compression molded whey protein films. **J. Food Sci.**, **68(6): 1985-1989**.

