

KUALITAS SENSORI, UKURAN PORI, INDEKS GLIKEMIK, DAN BEBAN GLIKEMIK ROTI TAWAR SUBSTITUSI TEPUNG SINGKONG (*MANIHOT ESCULENTA*) DAN TEPUNG TEMPE

*Sensory Quality, Pore Size, Glycemic Index, and Glycemic Load of White Bread with Cassava Flour (*Manihot esculenta*) and Tempeh Flour Substitution*

Nanik Hamidah^{1*}, Riyanto², Endang Taat Uji³

¹⁻³ Program Studi Ilmu Gizi STIKes Widya Cipta Husada, Malang

*E-mail: NanikHamidah@gmail.com

ABSTRAK

Roti tawar merupakan makanan olahan tepung terigu yang dapat dijadikan alternatif makanan pokok. Roti tawar tergolong jenis makanan yang tinggi indeks glikemik. Tepung singkong adalah bahan makanan sumber karbohidrat yang dapat menjadi sumber pati resisten yang memiliki indeks glikemik rendah. Tepung tempe memiliki kadar protein yang cukup tinggi, sehingga substitusi tepung terigu dengan tepung singkong dan tepung tempe diharapkan mampu menurunkan indeks glikemik dan meningkatkan kandungan protein dari roti tawar putih. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung singkong yang ditambah dengan tepung tempe kedelai terhadap mutu sensori, ukuran pori serta nilai indeks glikemik dan beban glikemik roti tawar. Metode penelitian ini menggunakan *true experimental* dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Proporsi tepung singkong dan tempe kedelai berturut-turut yaitu P1 (0%), P2 (2,4%; 0,8%), P3 (4,8%; 1,6%), P4 (7,3%; 2,4%) dan P5 (9,7%; 3,2%). Analisa mutu sensori dan ukuran pori menggunakan *Kruskall Wallis* dilanjutkan uji beda ranking. Uji indeks glikemik (IG) dilakukan pada perlakuan P2 sebagai produk terpilih hasil uji sensori. Hasil penelitian terdapat pengaruh perlakuan terhadap mutu sensori meliputi tekstur ($p=0,003$), aroma ($p=0,0001$), warna [*crumb*, *crust* ($p=0,0001$)], rasa ($p=0,012$) serta ukuran pori roti tawar ($p=0,0001$). Ukuran pori menunjukkan penurunan berbeda pada setiap perlakuan. Uji Indeks Glikemik (IG) dan Beban Glikemik (BG) pada P2 menunjukkan roti tawar dalam kategori tinggi masing-masing 132,31 dan 53,32. Substitusi tepung terigu dengan tepung singkong dan tepung tempe kedelai merubah kualitas sensori, ukuran pori dan mempunyai indeks glikemik, dan beban glikemik yang tinggi.

Kata Kunci: indeks glikemik, pori, roti tawar, sensori, singkong

ABSTRACT

*Bread is alternative food made by wheat flour that can be used as one of carbohydrates sources. Bread is classified as high glycemic index food. Cassava is one of carbohydrate source contain high resistant starch which has low glycemic index, meanwhile tempeh has high protein value. Substitution of wheat flour with cassava and tempah flour is predicted can give lower glycemic index and higher protein content of white bread. Purpose for this research was to analyse the effect of cassava flour tempeh flour substitution to sensory, pore size, glycemic index, and glycemic load of white bread. Research method were used true experimental with complete randomized design. Proportion of cassava and tempeh flour were respectively P1 (0%), P2 (2.4%;0.8%), P3 (4.8%;1.6%), P4 (7.3%;2.4%) and P5 (9.7%;3.2%). Sensory quality and pore size were analysed by Kruskall Wallis followed by ranking difference test. Glycemic index test were done only for the best formula (P2) based on sensory test treatment. Result of this study showed substitution of cassava and tempeh flour gave significant influences toward sensory quality including texture ($p=0.003$), flavour ($p=0.0001$), colour [*crumb*, *crust* ($p=0.0001$)], taste ($p=0.012$), and size of pore ($p=0.0001$). Glycemic Index (IG) and Glycemic Load (BG) test of formula P2 showed 132.32 and 53.32 which belong to high category. Substitution of wheat flour with cassava and soybean tempeh flour changed the sensory quality, pore size, IG and BG high category.*

Key words: glycemic index, pore, white bread, sensory, cassava

LATAR BELAKANG

Roti tawar saat ini digemari masyarakat Indonesia sebagai pengganti makanan pokok, selain lebih praktis, juga memenuhi kecukupan gizi yaitu sebagai sumber energi. Roti tawar adalah jenis makanan yang mengandung karbohidrat dan terbuat dari tepung terigu (Cahya dan Albiner, 2014). Tepung terigu merupakan olahan dari gandum bagian dalam (*endosperm*). Tanaman gandum sendiri baru mulai dibudidayakan di Indonesia, akan tetapi sudah sejak lama hingga saat ini selalu digemari masyarakat (Haryani dan Andini, 2017). Hal ini mengakibatkan peningkatan jumlah impor gandum di Indonesia, bahkan pada tahun 2017 volume naik 9% menjadi 11,48 juta ton dari tahun 2016 (BPS, 2017). Maka diperlukan pengurangan penggunaan tepung terigu dengan cara substitusi sebagian tepung terigu dengan tepung dari bahan pangan lokal.

Tanaman singkong merupakan sumber karbohidrat dan banyak ditanam di Indonesia, dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar roti tawar, dan bahan alternatif menggantikan sebagian tepung terigu (Hamidah *et al.*, 2015). Roti tawar termasuk kelompok bahan pangan dengan indeks glikemik (IG) 70 dalam kategori sedang dan dapat dijadikan sebagai kontrol dalam penelitian indeks glikemik (Rezki, 2014). Tepung singkong yang digunakan sebagai bahan substitusi tepung terigu bertujuan memperoleh pati resisten. Pati resisten atau *Resistan Strach* (RS) merupakan pati yang tidak dapat dicerna oleh usus halus sehingga akan diteruskan ke usus besar dan difermentasi oleh bakteri. Pati resisten mampu meningkatkan viskositas digesta sehingga lebih lambat diserap dan mencegah kenaikan kadar glukosa darah (Hamidah *et al.*, 2015). Menurut penelitian Haryani, *et al* (2017), makanan yang mempunyai kadar pati resisten tinggi dapat menurunkan indeks glikemik makanan tersebut. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitiannya pada biskuit gandum utuh 20% mempunyai kadar pati resisten 21,23%, dan memiliki indeks glikemik rendah, sebesar 49,94.

Beban glikemik merupakan jumlah estimasi suatu jenis makanan yang dapat meningkatkan kadar glukosa darah seseorang sesudah mengkonsumsi makanan tersebut. Dampak konsumsi karbohidrat dapat diketahui dengan

menghitung beban glikemik sehingga mempunyai gambaran yang lebih lengkap dibandingkan dengan hanya menghitung indeks glikemik (Istiqomah and Rustanti, 2015).

Singkong sebagai sumber karbohidrat mengandung protein lebih rendah, yaitu 1%, dibandingkan kandungan karbohidrat sebesar 83,8%. Tempe kedelai merupakan makanan tradisional di Indonesia, sumber protein nabati yang mudah dicerna, mengandung isoflavon, tinggi serat, dan mempunyai indeks glikemik kurang dari 55. Tepung singkong jika dikombinasi dengan tepung tempe kedelai sebagai bahan substitusi tepung terigu dalam pembuatan roti tawar diharapkan dapat meningkatkan mutu protein.

Mutu roti tawar dievaluasi secara organoleptik. Agar kualitasnya dapat dinilai, adonan harus mekar, dapat menghasilkan potongan roti yang penuh, berpori, kuat dan elastis. Kulit roti harus berwarna kuning- kecoklatan, garing, renyah, dan keras (Hamidah *et al.*, 2015).

Penelitian Eriksson (2013) menunjukkan semakin tinggi tingkat substitusi tepung *cassava*, volume roti secara spesifik menurun, kepadatan, dan kekerasan meningkat. Formulasi roti 10% dan 20% dapat diterima dalam segi penampilan, sedangkan 30% tingkat penerimaan rendah untuk semua atribut.

Produk Roti tawar substitusi tepung singkong yang ditambah tepung tempe kedelai diharapkan mempunyai daya cerna karbohidrat dan indeks glikemik yang rendah, sehingga dapat dikonsumsi individu yang mengalami masalah *overweight* dan sensitivitas insulin. Mutu gizi protein juga diharapkan meningkat serta tidak menurunkan kualitas roti tawar standar (Widodo *et al.*, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perubahan mutu sensori, ukuran pori, serta nilai indeks glikemik roti tawar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang menggunakan metode *true experimental*, dimana peneliti membuat perlakuan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang mengkombinasikan 3 (tiga) tepung yaitu tepung terigu, tepung singkong, dan tepung tempe kedelai dengan proporsi pada Tabel 2. Pada penelitian ini diulang 4 kali setiap perlakuan (Tanujaya, 2013).

Uji sensori dilakukan untuk menilai kesukaan inderawi terhadap roti tawar. Pengujian meliputi uji mutu hedonik untuk menilai tingkat perbedaan produk dengan parameter tekstur, aroma, warna (*crumb*, *crust*), dan rasa. Penilaian dilakukan oleh 20 orang panelis agak terlatih yang mempunyai pengetahuan tentang uji organoleptik (minimal berpendidikan D3 gizi, teknologi pangan, atau tata boga). Subjek yang menjadi panelis diminta untuk mengisi kuesioner dengan skor penilaian menggunakan skala angka pada Tabel 1 (Setyaningsih *et al.*, 2010).

Uji ukuran pori dilakukan dengan mengukur rata-rata diameter pori roti tawar menggunakan mikroskop. Uji kadar proksimat dilakukan oleh laboran, dengan zat gizi yang dianalisis meliputi analisa kadar karbohidrat, kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan kadar air di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Semarang.

Tabel 1 Intensitas Skor Organoleptik Berdasarkan Parameter Mutu Sensori Roti Tawar

Parameter	Intensitas Skor Organoleptik
Tekstur	1 = tidak lembut
	2 = netral
	3 = lembut
Aroma	1=tidak harum khas roti
	2=netral
	3=harum khas roti
Warna (<i>crumb</i>)	1= tidak putih
	2= netral
	3= putih
Warna (<i>crust</i>)	1= coklat tua
	2= netral
	3= coklat muda
Rasa	1= tidak normal roti tawar
	2= netral
	3= normal roti tawar

Uji Indeks glikemik dilakukan di STIKes Widya Cipta Husada oleh mahasiswa keperawatan yang bersedia menjadi sukarelawan, terdiri dari 10 subjek, berbadan sehat, tidak menderita diabetes, memiliki kadar glukosa puasa normal (70-120 mg/dL) dan memiliki nilai Indeks Massa Tubuh (IMT) dalam kisaran normal 18.5-23,5 kg/m².

Sampel yang diuji indeks glikemiknya adalah pangan acuan dan pangan uji. Pangan acuan atau pembanding menggunakan glukosa murni dan pangan uji menggunakan roti tawar perlakuan

terbaik yaitu P2. Masing-masing pangan harus mengandung 25 g *available carbohydrate* yang diketahui dari jumlah gula dan karbohidrat bahan pangan itu sendiri. Penentuan 25 g *available carbohydrate* dimaksudkan untuk mengantisipasi agar pangan yang diujikan tidak terlalu besar jumlahnya. Pangan acuan yang digunakan berupa glukosa murni (glukosa anhidrat) sehingga diberikan sebanyak 25 g sedangkan pangan uji dibutuhkan 50 g roti tawar untuk memenuhi 25 g karbohidrat berdasarkan hasil uji proksimat. Sebanyak 25 g glukosa murni dilarutkan didalam air mineral 200 ml dan diberikan kepada responden. Pengukuran kadar glukosa darah pertama dilakukan setelah puasa 10 jam pada malam hari (kecuali air putih) dan dilanjutkan selama 2 jam pasca konsumsi pangan uji dengan interval 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Pengukuran menggunakan alat glukometer dengan merk “Easy Touch[®]”. Alat tersebut dikatakan baik apabila chip warna kuning dimasukkan dalam alat pada layar akan menunjukkan “OK” artinya alat siap dipakai atau sebaliknya menunjukkan “ERROR” artinya alat rusak. Pada layar akan muncul angka/kode sesuai dengan botol strip setelah itu akan muncul gambar tes darah berkedip-kedip. Data hasil pengukuran diplotkan dalam grafik dengan sumbu x adalah waktu pengukuran dan sumbu y adalah kadar glukosa darah. Indeks glikemik dihitung dengan membandingkan luas kurva kenaikan kadar glukosa darah setelah mengkonsumsi pangan uji dan glukosa murni menggunakan rumus:

$$IG = \frac{ax}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

ax = luas area di bawah kurva respon glikemik sampel
b = luas area di bawah kurva respon glikemik standar glukosa

Nilai Indeks glikemik merupakan hasil rata-rata dari indeks glikemik 10 sukarelawan (Na'imah Ainun, 2013). Analisa data menggunakan *kruskall wallis* untuk uji mutu sensori, dan *one way ANOVA* untuk ukuran pori. Jika ada pengaruh antar perlakuan dilanjutkan uji beda ranking. Indeks glikemik dianalisa secara deskriptif.

Bahan baku tepung singkong adalah singkong (*Manihot esculenta*) Malang varietas 4, berasal dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

(BALITKABI). Alat yang digunakan pemanas, termometer, timbangan, pisau, alat penepung, ayakan, loyang, dan oven. Tepung singkong dibuat melalui proses perebusan dengan suhu 90° C sebelum dikeringkan selama 24 jam.

Tepung tempe kedelai dibuat dari tempe kedelai merek “Pasar Kr. Ayu”. Menggunakan peralatan yang sama dengan pembuatan tepung singkong. Tempe kedelai terlebih dahulu dikukus sebelum dilakukan pengeringan dan penggilingan.

Roti tawar dibuat dari bahan tepung terigu, tepung singkong, tepung tempe kedelai, *shortening*, gula, ragi instant, garam, *bread improver* (Tabel 2). Alat yang digunakan saringan, mixer, timbangan, gelas ukur, oven, loyang, spatula, dan kertas roti. Pembuatan roti menggunakan teknik olah *Modified straight dough method*, yaitu pencampuran dimulai dari bahan kering, kemudian bahan basah. Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali.

Bahan untuk uji mutu sensori adalah 5 jenis roti formulasi tepung berbeda dalam cawan plastik yg diberi kode berbeda, air mineral, dan kuesioner. Bahan untuk uji ukuran pori adalah 5 jenis roti berasal dari formulasi tepung berbeda yang telah diiris tipis menggunakan *cutter* kemudian dilihat menggunakan alat mikroskop dan diukur menggunakan mistar. Hasil foto pori-pori dari irisan roti difotokopi perbesar 2x lipat dan diukur

semua pori-pori dan hasil dari pengukuran kelima perlakuan roti dirata-rata.

Uji proksimat dilakukan sebagai data dasar produk meliputi kadar karbohidrat menggunakan *by defferent* dari hasil pengurangan persentase protein, lemak, abu dan air. Kadar protein menggunakan metode mikro kjehdahl, kadar lemak menggunakan metode ekstraksi soxhlet, kadar abu dan air menggunakan metode gravimetri.

Penelitian sudah mendapatkan persetujuan *Ethical Clearance* No.590/EC/FK-RSDK/2015 dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK), Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro dan RSUP dr. Karyadi Semarang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tepung singkong dibuat dari singkong varietas Malang 4 yang mempunyai kadar pati cukup (25-32% dari bobot). Pada pembuatan tepung singkong dihasilkan rendemen 17,4% dari berat awal singkong segar. Tepung singkong yang dihasilkan berwarna putih, membentuk butiran halus, dan tidak ada aroma khas singkong. Tepung singkong yang sudah jadi kemudian disimpan di dalam freezer pada suhu -5°C.

Pemberian perlakuan perebusan pada singkong berkaitan dengan sifat amilosa yang mempunyai kemampuan retrogradasi yang lebih besar setelah tergelatinisasi dan sesudah suhu diturunkan. Sifat retrogradasi pati berbanding lurus dengan kadar pati resisten, yaitu semakin tinggi kadar amilosa pati maka semakin tinggi kadar pati resisten (Hamidah *et al.*, 2015).

Rendemen yang diperoleh dari penepungan sebesar 23,7% dari berat awal tempe kedelai kering. Tepung tempe kedelai yang dihasilkan berwarna coklat, membentuk butiran halus, tidak berbau apek, kering dan tidak menggumpal.

Tepung tempe kedelai yang sudah jadi kemudian disimpan di dalam freezer pada suhu -5°C. Tepung terigu mengandung protein gluten tinggi yang tidak dimiliki jenis tepung yang lain. Kandungan gluten memberikan sifat tepung lebih mudah dicampur, difermentasi, dan memiliki daya serap terhadap air tinggi, lebih elastis serta memudahkan proses penggilingan (Widodo *et al.*, 2014). Tempe kedelai yang sudah diolah menjadi tepung mempunyai kadar protein lebih tinggi 20%,

Tabel 2. Formulasi Bahan Roti Tawar Substitusi Tepung Singkong Tepung Tempe Kedelai

Bahan	P1	P2	P3	P4	P5
Tepung Terigu (g)	500	470	440	410	380
Tepung Ubi Kayu (g)	-	22,5	45	67,5	90
Tepung Tempe Kedelai (g)	-	7,5	15	22,5	30
Shortening(g)	40	40	40	40	40
Gula (g)	40	40	40	40	40
Ragi Instan(g)	11	11	11	11	11
Susu Bubuk (g)	20	20	20	20	20
Air (g)	310	310	310	310	310
Garam (g)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<i>Bread Improver</i> (g)	5	5	5	5	5

Keterangan :

P1 : perlakuan 1; P2 : perlakuan 2; P3 : perlakuan 3; P4 : perlakuan 4; P5 : perlakuan 5

dibandingkan tepung terigu (12-13%) dan tepung singkong (1,3%). Tingginya kadar protein pada tepung tempe kedelai tidak dapat menggantikan kadar protein gluten pada tepung terigu. Struktur fisik roti didukung oleh beberapa bahan seperti air, garam dapur, gula, ragi, lemak susu, telur dan *bread improver* sebagai pengikat butir pati untuk menahan sebagian gas didalam adonan (Hamidah *et al.*, 2015). Hasil analisis proksimat digunakan sebagai data dasar suatu bahan pangan. Rerata hasil analisis proksimat disajikan pada Tabel 3.

Hasil uji proksimat roti tawar pada Tabel 3. menunjukkan pengaruh pada kadar karbohidrat, protein, lemak, abu dan air roti tawar $p\text{-value} < 0,05$. Menurut SNI 01-3840-1995 tentang syarat mutu roti tawar, kadar air maksimal 40%. Roti tawar P1 sebagai perlakuan standar memiliki kadar air paling tinggi 40,42%, dan kadar air pada roti tawar, kadar air P2, P3, P4 dan P5 telah memenuhi standar SNI.

Kadar air roti tawar semakin menurun dengan penambahan proporsi tepung singkong dan tepung tempe kedelai. Menurut Hapsari (2007) proses pre-gelatinisasi pada pembuatan tepung singkong dapat menurunkan kadar air pada tahap *parboiling* (pratanak), pemberian panas dapat menyebabkan penyerapan air sehingga granula pati membengkak. Pembengkakan ini bersifat *irreversible* dan pengeringan setelah tergelatinisasi menyebabkan air, mudah lepas dari ikatan hidroksil (Hapsari *et al.*, 2011). Penurunan kadar air pada roti tawar disebabkan oleh penambahan tepung singkong.

Kadar abu Roti tawar pada Tabel 3 terus meningkat dari perlakuan P1, P2, P3, P4 dan P5. Berdasarkan kriteria Standar Nasional Indonesia (SNI) kadar abu kering roti tawar maksimum 3%, sehingga setiap sampel yang diujikan telah sesuai dengan standar SNI. Kadar abu dapat menunjukkan total mineral dalam bahan pangan.

Peningkatan kadar abu pada roti tawar substitusi tepung singkong disebabkan singkong mengandung mineral 1,3 gram, diantaranya zat besi, kalsium dan fosfor masing-masing 0,0007 mg, 0,003 mg, 0,004 mg. Selain dari singkong, penambahan tepung tempe kedelai juga meningkatkan abu, dimana tempe kedelai mengandung mineral kalsium, fosfor, dan besi masing-masing 155 mg, 326 mg, dan 4 mg (Guy, 2009).

Kadar lemak dan kadar protein roti tawar pada Tabel 3 juga meningkat dari perlakuan P1 sampai P5 masing-masing 1,38%-2,39%, dan 6,15%-16,5%. Peningkatan kadar lemak roti tawar disebabkan kandungan lemak dari tempe kedelai sebesar 8,8 gram per 100 gram bahan, lebih tinggi dari singkong yakni 0,3 gram (Bastian *et al.*, 2013). Peningkatan kadar protein roti tawar disebabkan kandungan protein tempe kedelai sebesar 20 gram per 100 gram bahan dibandingkan dengan protein tepung terigu sebesar 12% dan singkong sebesar 1% (Salvador *et al.*, 2014).

Penurunan kadar karbohidrat roti tawar pada Tabel 3. disebabkan perbedaan kadar karbohidrat antara tepung terigu dan tepung singkong masing-masing 72,3 gram dan 34,7 gram per 100 gram bahan (Mien *et al.*, 2009).

Rerata ranking mutu tekstur P1 meningkat pada perlakuan P2 tetapi menurun pada perlakuan P3, P4 dan P5. Meskipun demikian, penurunan tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada perlakuan P1, P2, P3, dan P4 yang ditandai dengan huruf a dan ab sehingga penurunan mutu tekstur dapat ditoleransi sampai perlakuan P4. Nilai rerata skor ranking mutu tekstur tertinggi pada P1 dan terendah P5. Rerata skor mutu tekstur roti tawar dalam kategori netral, yaitu terbentuk jaringan tidak kasar, dan tidak elastis atau kurang lembut. Penurunan mutu organoleptik tekstur dipengaruhi pengurangan tepung terigu yang dapat menurunkan kandungan gluten.

Tabel 3. Rerata Hasil Uji Kadar Proksimat Roti Tawar per 100g Bahan

Komponen Kimia	Jenis Perlakuan					Nilai F	Sig (0,05)
	P1	P2	P3	P4	P5		
Karbohidrat (%)	53	50,5	48,7	45,9	44,6	24,882	0,0001
Protein (%)	6,5	8,8	11,7	14,6	16,6	258,095	0,0001
Lemak (%)	1,4	1,9	1,9	2,17	2,4	24,737	0,0001
Abu (%)	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	28,164	0,0001
Air (%)	40,4	38,0	36,6	36,0	34,9	34,501	0,0001

Nilai rerata ranking mutu aroma dari empat perlakuan P1, P2, P3, dan P4 tidak berbeda nyata, rerata skor rangking mutu aroma roti tawar tertinggi 2,92 yaitu tidak ada bau asam, apek, dan tidak berbau gandum, yaitu ragi atau aroma polos. Substitusi tepung ubi kayu dan tepung tempe kedelai dapat menurunkan aroma roti tawar karena perbedaan keseimbangan gula, garam, terigu dan air dalam optimalisasi aktivitas mikroba selama fermentasi, dan waktu fermentasi lebih lama (>120menit), yang mengakibatkan produksi alkohol tidak bisa dikendalikan, dan tepung ubi kayu dalam proses dekomposisi pati (Hamidah *et al.*, 2015).

Rerata skor rangking mutu warna *crumb* pada perlakuan P1 dan P2 tidak berbeda nyata dengan skor masing-masing 2,88 dan 2,16, sehingga diketahui perlakuan P2 menunjukkan penurunan yang dapat ditoleransi (Tabel 5).

Muru warna *crumb* masih dalam kategori netral, yaitu kekuningan. Warna (*crust*) perlakuan P1, P2, P3, dan P4 tidak berbeda nyata, sehingga perlakuan P3 merupakan penurunan yang dapat ditoleransi. Rerata skor rangking mutu warna (*crust*) roti tawar tertinggi P1 dan terendah P5 sehingga diketahui mutu warna *crust* roti tawar dalam kategori netral, yaitu putih kecoklatan.

Tabel 4. Nilai F Hitung dan P Value Hasil Uji Proksimat Roti Tawar per 100g Bahan

Komponen Kimia	Nilai F	p-value
Karbohidrat	24,882	0,0001
Protein	258,095	0,0001
Lemak	24,737	0,0001
Abu	28,164	0,0001
Air	34,501	0,0001

Substitusi tepung terigu dengan tepung ubi kayu yang ditambahkan dengan tempe kedelai cenderung menurunkan organoleptik warna (*crust*)

roti tawar, secara fisik semakin putih kecoklatan. Penurunan warna pada kulit (*crust*) roti tawar disebabkan oleh bahan baku, yaitu gula tepung terigu, tepung ubi kayu, susu, dan tepung tempe kedelai yang berhubungan dengan terjadinya reaksi *maillard* (Hamidah, 2015).

Hasil analisis uji beda menunjukkan rerata skor rangking rasa pada perlakuan P1 dan P2 tidak berbeda nyata dengan skor masing-masing 2,92 dan 2,32 oleh karena itu rerata skor mutu rasa dalam kategori netral, yaitu tawar sedikit *after taste* ubi kayu. Substitusi tepung terigu dengan tepung ubi kayu dan tepung tempe kedelai cenderung menurunkan mutu organoleptik rasa roti tawar yaitu menimbulkan *after taste* ubi kayu. Tepung ubi kayu dan tepung tempe kedelai akan merubah kandungan protein, lemak, dan karbohidrat bahan, jika berinteraksi akan mempengaruhi senyawa kimia yang membentuk rasa (Hamidah *et al.*, 2015).

Hasil uji beda rerata ukuran pori pada kelima perlakuan berbeda nyata. Keseragaman pori roti tawar berkaitan dengan kemampuan dan kekuatan penahanan gas. Pada proses fermentasi terbentuk gas, sedangkan pada proses penggilingan terjadi pengeluaran gas dan penangkapan udara luar, sehingga pada proses *proofing* dapat dihasilkan gas yang optimal. Proses penggilingan yang kurang baik dapat menyebabkan gas terperangkap dalam adonan, dan pada proses pemanggangan terbentuk pori-pori roti yang tidak seragam (Hamidah *et al.*, 2015).

Subjek penelitian terdiri dari 10 orang, yaitu 5 orang laki-laki dan 5 orang wanita sehat yang telah menandatangani lembar persetujuan (*informed consent*). Hasil uji normalitas karakteristik subjek didapatkan hasil rerata umur 20,5 tahun ($SD=\pm 1,269$). Subjek termasuk dalam kategori status gizi normal menurut kategori orang Indonesia dengan

Tabel 5. Rerata Rangking Mutu Sensori Roti Tawar berdasarkan Perlakuan

Jenis Perlakuan	Mutu Sensori				
	Tekstur	Aroma	Warna (<i>crumb</i>)	Warna (<i>crust</i>)	Rasa
P1	2,80 ^a	2,92 ^a	2,88 ^a	2,84 ^a	2,92 ^a
P2	2,76 ^a	3,00 ^a	2,80 ^a	2,76 ^{ab}	3,00 ^a
P3	2,56 ^{ab}	2,60 ^a	2,52 ^b	2,52 ^{ab}	2,60 ^b
P4	2,56 ^{ab}	2,52 ^a	2,52 ^c	2,40 ^{ab}	2,52 ^{bc}
P5	2,16 ^b	2,30 ^b	2,16 ^c	2,08 ^b	2,32 ^c

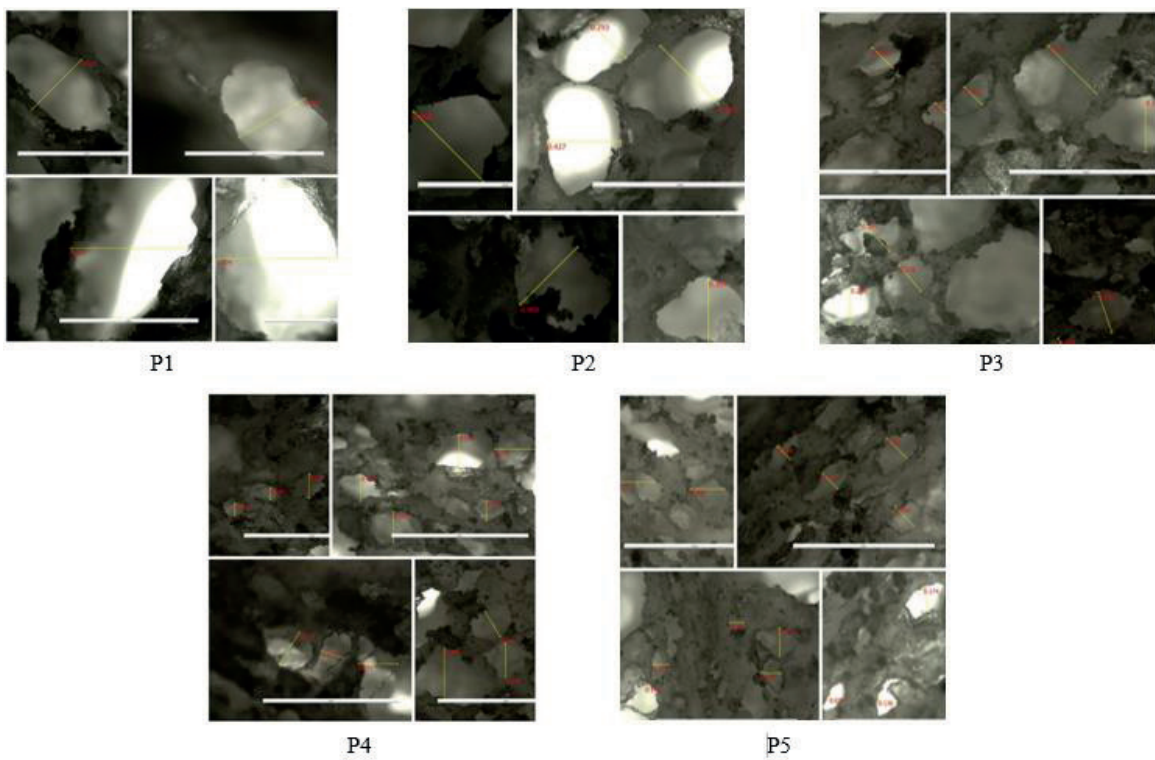
Keterangan: a = Perlakuan P2 memunyai kemiripan dengan P1; ab = Perlakuan P4 dan P3 mendekati kemiripan dengan P2 dan P; P5= berbeda dari P4 P3 P2 P1

rerata IMT 20,11 (SD=±2,20). Untuk rerata GDP 82,5 (SD=±14,72).

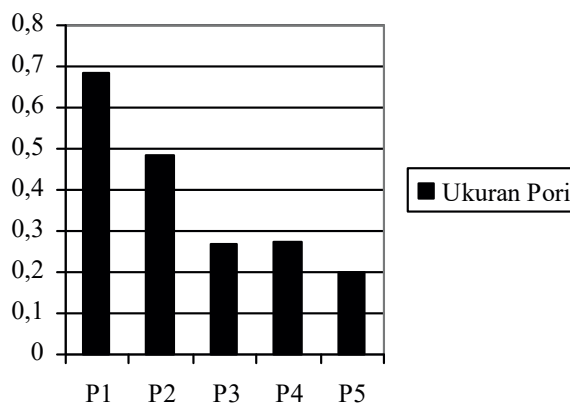
Bahan pangan yang digunakan untuk penelitian ini adalah roti tawar dari perlakuan P2, yang merupakan perlakuan terpilih berdasarkan uji beda, dimana tidak berbeda dari perlakuan P1 secara mutu tekstur, warna (*crumb*) dan rasa. Bahan makanan yang digunakan sebagai kontrol pada penelitian ini adalah glukosa anhidrat (Na'imah, 2013).

Kenaikan kadar glukosa darah baik pada pangan uji dan juga pada pangan acuan terjadi

pada menit ke-30. Keduanya baik roti tawar juga glukosa murni mengalami penurunan kembali setelah 2 jam. Nilai indeks glikemik ditentukan dengan menghitung kadar glukosa darah responden setelah makan roti tawar dan dibandingkan kadar glukosa darah setelah makan glukosa murni. Perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan luas area bawah kurva. Berdasarkan Gambar 3 diketahui terdapat peningkatan pada menit ke 30 baik glukosa murni dan pangan uji.

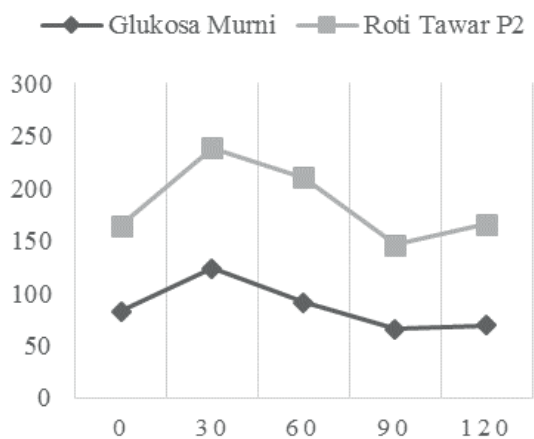


Gambar 1. Ukuran Pori Roti dari 5 Perlakuan



Gambar 2. Diagram Rerata Ukuran Pori Roti Tawar.

Orang normal akan mengalami peningkatan respon glukosa darah setelah makan sebesar 120-130 mg/dL dan akan menurun kembali sesudah 2 jam. Kenaikan respon glukosa darah roti tawar uji lebih rendah dibandingkan glukosa murni pada pada menit ke 30, masing-masing 114,7mg/dL, 123,5 dan terjadi penurunan lebih sedikit pada menit ke 60 sampai menit ke 120. Hal ini disebabkan oleh daya cerna roti tawar lebih rendah pada subyek, sehingga pada menit ke 60 sampai menit ke 120 terjadi penurunan respon glukosa darah yang lebih sedikit.



Gambar 3. Nilai Kadar Glukosa Darah Glukosa Murni dan Roti Tawar

Peneliti mencoba membandingkan nilai indeks glikemik roti tawar P2 dengan nilai indeks glikemik roti tawar putih pada penelitian sebelumnya, dan didapatkan hasil yang masih lebih tinggi yaitu 100 (Na'imah, 2013). Hal ini disebabkan pengaruh proses pengolahan pemanasan menggunakan suhu yang tinggi dan waktu relatif lama pada proses pemanggangan. Proses pengolahan seperti ini dapat menyebabkan pecahnya komponen karbohidrat pada roti tawar dan akan mudah diserap oleh tubuh sehingga meningkatkan indeks glikemik. Proses pemasakan menggunakan metode pemanasan kering seperti pembakaran dapat menyebabkan pecahnya karbohidrat dan membentuk warna coklat (reaksi maillard). Peristiwa pecahnya pati akan membentuk dekstrin menjadi bentuk yang lebih mudah untuk dicerna (Amalia *et al.*, 2011). Hal yang sama juga terjadi pada penelitian pada jagung manis yang diolah menggunakan tiga metode pengolahan yang berbeda yaitu rebus, tumis dan bakar. Dari ketiga metode pengolahan

tersebut, jagung manis bakar mempunyai respon glikemik paling tinggi dibandingkan dua olahan lainnya (Amalia *et al.*, 2011).

Tabel 6. Indeks Glikemik Pangan Uji

Beban Makanan yang Diberikan	Luas Area Dibawah Kurva (CM)	Indek Glikemik (%)
Roti Tawar P2	3675	132
Glukosa Murni	3043	100

Hasil penelitian ini belum bisa menjawab penelitian Hamidah (2015) tentang mutu cerna karbohidrat yang rendah akibat perlakuan pregelatinisasi pada tepung singkong untuk menghasilkan pati resisten, yang lebih lambat diserap dan mencegah kenaikan kadar glukosa sehingga dihasilkan indeks glikemik rendah. Pati dari *Resistant starch* di dalam saluran cerna tidak dapat diserap usus halus. Keberadaan pati resisten dapat meningkatkan viskositas disgesta, dapat difermentasi oleh bakteri di usus besar dan menghasilkan SCFA, dapat berikatan dengan molekul organik dan air, keuntungan lainnya dapat menurunkan respon glukosa, sehingga dihasilkan indek glikemik rendah (Muffihati, 2017).

Pada penelitian ini dilanjutkan dengan menghitung nilai beban glikemik (BG) roti tawar diperoleh hasil 53,2 pada Tabel 7. Beban glikemik dimaksudkan untuk memperoleh informasi lebih lengkap tentang pengaruh konsumsi pangan aktual terhadap kenaikan kadar glukosa darah. Dibandingkan dengan hanya menghitung nilai indeks glikemiknya (IG) hanya memperoleh informasi gambaran tentang kecepatan karbohidrat diubah menjadi glukosa darah sedangkan dengan menghitung beban glikemik dapat diperoleh gambaran tentang seberapa besar karbohidrat yang diperoleh dari makanan tersebut. Berdasarkan pada Tabel 7. bahwa BG roti tawar juga menunjukkan

Tabel 7. Beban Glikemik Roti Tawar P2

Keterangan	Jumlah
Jumlah Penyajian (g)	50
Available Carbohydrate (g)	25, 25
Available Carbohydrate/Porsi	40,4
Beban Glikemik*	53,32
Kategori**	Tinggi

Keterangan ;

*BG=(IGxjumlah available per porsi):100

**Kategori BG<10; Rendah, 10<BG<20; Sedang, BG>20; Tinggi

dalam kategori tinggi >20. Hal itu menunjukkan bahwa roti tawar perlakuan P2 selain mempunyai indeks glikemik tinggi juga mempunyai BG tinggi. Nilai BG menunjukkan hubungan dengan kontrol glikemik. Pada penelitian serupa juga telah dilakukan pada kue kering tepung garut yang disubstitusi dengan tepung kacang merah bahwa nilai indeks glikemiknya yang rendah juga menunjukkan beban glikemik yang rendah (Istiqomah dan Rustanti, 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Substitusi tepung singkong yang ditambah dengan tepung tempe kedelai mempengaruhi penurunan mutu tekstur, aroma, warna (*crumb*, *crust*) roti tawar, dan rasa. Substitusi tepung singkong dan tepung tempe kedelai mempengaruhi penurunan ukuran pori roti tawar. Substitusi tepung singkong dan tepung tempe kedelai pada perlakuan P2 mempunyai nilai indeks glikemik dan beban glikemik dalam kategori tinggi.

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya juga dilakukan pengukuran indeks glikemik pada perlakuan P1. Pemilihan kriteria responden lebih ditekankan lagi pada faktor resiko TGT.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini, RISTEKDIKTI yang memberikan hibah penelitian dan Balai Penelitian Tanaman Kacang dan Umbi yang telah memberikan izin menggunakan umbinya sebagai bahan untuk diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, S. N., Rimbawan, & Dewi, M. (2011). Nilai indeks glikemik beberapa jenis pengolahan jagung mania (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Gizi dan Pangan*, 6(1), 36–41. doi: <http://dx.doi.org/10.25182/jgp.2011.6.1.36-41>

Eriksson, E. (2013). *Flour from three local varieties of Cassava (Manihot Esculenta Crantz): Physico-chemical properties, bread making quality and sensory evaluation* (Master thesis, Swedish University of Agricultural Sciences). Retrieved from https://stud.epsilon.slu.se/5268/1/eriksson_e_130211.pdf

- Guy, E. (2009). Baseline Data On The Nutrient Content And Phycicochemical Properties Of Selected Varieties Of Soybean, Groundnut And Rice For The Development Of Nutritious, Energy-Dense Diets. Department of Biochemistry and Biotechnology, Kwame Nkrumah University of Science And Technology in partial fulfilment of the requirement for the award of the degree of Master of Science (MSc.) in Food Science and Technology.
- Hamidah, N., Legowo, A. M., & Anwar, S. (2015). Tepung ubi kayu (Manihot esculenta) dan tepung tempe kedelai mempengaruhi pengembangan volume dan mutu gizi protein roti tawar. *Jurnal Gizi Indonesia*, 4(1), 55–62. doi: <https://doi.org/10.14710/jgi.4.1.55-62>
- Hapsari, T. P., Zainal, & Nugroho, M. (2011). Pengaruh pre gelatinisasi terhadap karakteristik tepung singkong. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(1), 1–15. Retrieved from <http://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/Teknologi-Pangan/article/view/474>
- Haryani, Anik tri, Silvia Andhini, and Sri Hartini, 'Kadar Gizi, Pati Resisten, Dan Indeks Glikemik Biskuit Gandum Utuh (Triticum Aestivum L) Varietas DWR-162', *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 12 (2017), 1–12 <<http://journals.usm.ac.id/index.php/jtphp/article/view/470/279>>
- Istiqomah, A. Rustanti, N. (2015). Indeks Glikemik, Beban Glikemik, Kadar Protein, Serat, dan Tingkat Kesukaan Kue Kering Tepung Garut dengan Substitusi Tepung Kacang Merah. *Journal of Nutrition College*, 4(2), 620-621. Online di :<http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jnc>.
- Lubis, E. C., Siagian, A., Lubis, Z. (2014). Uji daya terima roti tawar dengan modifikasi tepung jagung dan kentang dan kontribusinya dalam pemenuhan kecukupan energi pada anak sd. *Gizi, Kesehatan Reproduksi dan Epidemiologi*, 1(2), 1–8. Retrieved from <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/gkre/article/view/6889>
- Muflihati, I. (2017). Perlakuan pada roti gandum untuk menurunkan indeks glikemiknya. *Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 1(2), 37–49. doi: <http://dx.doi.org/10.26877/jiphp.v1i2.2080>
- Na'imah, A. (2013). Indeks glikemik beberapa variasi sajian mi instan. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Retrieved from <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/26333>
- Salvador, E. M., Steenkamp, V., & Mccrindle, C. M. E. (2014). Production, consumption and

nutritional value of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) in Mozambique: An overview. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*, 6(3), 29–38. <https://doi.org/10.5897/JABSD2014.0224>

Setyaningsih D., Apriyantono A., Sari M. P. (2010). Analisis Sensosri untuk Industri Pangan dan Agro. IPB Press. 59-60

Widodo, R., Setijanen, H. D., & Dwi, R. A. (2014). Aspek mutu produk roti tawar untuk diabetesi berbahan baku tepung porang dan tepung suweg. *Agroknow*, 2(1), 1–12. Retrieved from <http://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/agroknow/article/view/340>