

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Roti

Roti merupakan produk pangan berbahan dasar tepung terigu yang di fermentasi dengan ragi roti atau bahan pengembang lainnya yang diolah dengan cara dipanggang (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Roti termasuk dalam salah satu produk bioteknologi konvensional karena adanya proses fermentasi yang memanfaatkan mikroorganisme (Mudjajanto dan Yulianti, 2007).

Roti dibuat melalui dua proses yaitu pembuatan dan pemanggangan, dimana keduanya sangat penting dalam menentukan mutu produk akhir dari roti. Jenis roti ada berbagai macam yaitu roti kukus, roti panggang, dan roti goreng. Roti tawar dan roti manis merupakan jenis roti yang dipanggang (Suprapti, 2003).

Zat gizi yang terdapat didalam roti yaitu β -karoten, tiamin (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2), niasin, serta sejumlah mineral berupa zat besi, iodium, kalsium dan sebagainya. Roti juga diperkaya dengan asam amino tertentu untuk meningkatkan mutu protein bagi tubuh. Kandungan protein yang terdapat dalam roti mencapai 9,7%, lebih tinggi dibandingkan nasi yang hanya 7,8% (Jenie, 1993).

Hampir semua jenis roti dibuat dengan proses yang sama yaitu pencampuran (*mixing*), fermentasi, pembentukan (*proofing*), pengempesan (*sheeting*), pencetakan (*molding*), pemanggangan (*baking*), penurunan suhu (*cooling*), dan (terkadang) pengirisan (*slicing*) (Zhou dan Hui, 2004).

2.2. Bahan Baku Roti

Bahan baku roti terdiri dari tepung terigu, ragi, gula, telur, garam (NaCl), air, susu, dan mentega (Auliana, 2009).

2.2.1. Tepung Terigu

Salah satu bahan utama pembuat roti yaitu tepung terigu. Tepung yang digunakan dalam pembuatan roti merupakan tepung yang mengandung protein tinggi sebesar 11-13% protein. Protein dalam tepung terigu sangat bermanfaat dalam pembuatan roti karena dapat memberikan sifat mudah dicampur, difermentasikan, daya serap airnya tinggi, elastis dan mudah digiling.

Tepung terigu hasil penggilingan harus bersifat mudah tercurah, kering, tidak mudah menggumpal jika ditekan, berwarna putih, bebas dari kulit, tidak berbau asing seperti busuk, tidak berjamur atau tengik, juga bebas dari serangga tikus, kotoran, dan kontaminasi benda-benda asing lainnya. Kadar protein tepung terigu dan kadar abu merupakan hal utama yang harus dipertimbangkan. Kadar protein mempunyai korelasi yang erat dengan kadar gluten, sedangkan kadar abu erat hubungannya dengan tingkat dan kualitas adonan.

Bahan dasar tepung yang biasa digunakan adalah gandum dan jagung. Dalam pembuatan roti disarankan menggunakan tepung gandum guna menghasilkan pengembangan roti yang lebih baik karena beberapa jenis protein dalam gandum akan menghasilkan gluten jika dicampur dengan air. Senyawa ini berguna dalam proses pengembangan roti. Jaringan sel-sel ini juga cukup kuat untuk menahan gas yang dibuat oleh ragi sehingga adonan tidak mengempis kembali.

Berdasarkan kandungan glutein (protein), tepung terigu yang terdapat dipasaran yaitu tepung terigu protein tinggi, tepung terigu protein sedang, dan tepung terigu protei rendah. Pati merupakan komponen terbanyak dalam tepung terigu yaitu sekitar 70% yang terdiri dari amilosa dan amilopektin. Kandungan amilosa dalam pati sekitar 20% dengan suhu gelatinisasi 56⁰C-62⁰C (Astawan, 2008). Nilai kalori tepung terigu per 100 gram bahan yaitu 340 kal (Kent, 1983).

2.2.2. Ragi atau *Yeast*

Ragi/*yeast* merupakan mikroorganisme atau suatu makhluk hidup berukuran kecil, pada umumnya yaitu jenis *Saccharomyces cerevisiae* yang biasa dimanfaatkan dalam pembuatan roti. Ragi berfungsi sebagai pengembang adonan dengan produksi gas CO₂, serta sebagai pelunak glutein dengan asam yang dihasilkan, pemberi rasa dan aroma

Jenis-jenis ragi yang terdapat dipasaran yaitu ragi tape berbentuk bulat pipih berwarna putih, ragi roti berbentuk butiran, dan ragi tempe berbentuk bubuk. *Saccharomyces cerevisiae* berasal dari kata *Saccharo* yang berarti gula, *myces* yang berarti makan, dan *cerevisiae* yang berarti berkembang biak, sehingga ragi roti merupakan spesies yang hidup dalam berkembang biak dengan memakan gula. Enzim ragi yang disebut *zymase* dan karbon dioksida. Prosesnya biasa disebut fermentasi alkohol (Lange, 2004).

2.2.3. Gula

Gula yang digunakan dalam proses pembuatan roti umumnya adalah gula sukrosa (gula pasir) yang berasal dari tebu atau *beet* (Wahyudi, 2003).

Menurut Wahyudi (2003) gula sukrosa (gula pasir) yang biasa digunakan dalam pembuatan roti dapat berbentuk kristal maupun berbentuk tepung, Penggunaan gula pada roti manis memiliki tujuan seperti:

- a. Menyediakan makananan untuk ragi (*yeast*) dalam fermentasi,
- b. Memperbaiki tekstur produk,
- c. Membantu memepertahankan air sehingga memperpanjang kesegaran,
- d. Menghasilkan kulit (*crust*) yang baik, dan
- e. Menambah nilai nutrisi pada produk

Sukrosa merupakan disakarida yang tersusun atas sebuah D-*glucopyranosil* dan D-*fructofuranosil* yang berikatan antar ujung reduksinya. Sukrosa tidak memiliki ujung pereduksi sehingga termasuk dalam gula non pereduksi. Sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) bersifat mudah larut dalam air dan sedikit higroskopis, sehingga semakin tinggi suhu kelarutan semakin besar (Tirtowinata, 2006).

Pada proses pembuatan roti, gula berfungsi sebagai makanan ragi (*yeast*) untuk membantu jalannya proses fermentasi sehingga adonan roti dapat mengembang. Gula juga memberi rasa manis serta memperbaiki warna dan aroma karena proses karamelisasi dan reaksi *Maillard* (khususnya gula reduksi) selama pemanggangan. Akan tetapi gula lebih banyak dimanfaatkan dalam pembuatan biskuit dan kue, dimana selain memberikan rasa manis gula juga mempengaruhi tekstur (Winarno, 2004). Nilai kalori gula pasir per 100 gram bahan yaitu 364 kal (Darwin, 2013).

Fruktosa adalah bahan pemanis alami yang memiliki kadar kemanisan 2,5 kali lipat dari sukrosa (Sikumbang dan Hindersah, 2009). Fruktosa disebut juga

gula buah. Fruktosa merupakan jenis monosakarida yang paling manis, banyak ditemukan pada mahkota bunga, madu, dan hasil hidrolisis gula tebu. Didalam fruktosa didapatkan dari hasil pemecahan sukrosa (Nugraheni *et al.*, 2011).

Salah satu contoh gula fruktosa yaitu *high fructose syrup* (HFS). *High Fructose Syrup* merupakan kelompok sirup gula cair melalui proses enzimatik untuk meningkatkan kandungan fruktosa. *High Fructose Syrup* dapat dibuat dengan bahan dasar seperti tepung tapioka dan jagung. Gula jagung memiliki karakteristik warna putih, manis, seperti gula lainnya. Selain itu, gula jagung kadar kalornya rendah dibandingkan dengan gula lainnya. Salah satu gula jagung yang banyak digunakan dalam produk *baking* yaitu HFS 90 yang rata-rata terdiri dari 90% fruktosa dan 10% glukosa (Pramana *et al.*, 2007). Fruktosa termasuk gula reduksi yang mampu membentuk reaksi Maillard (pencoklatan) apabila bereaksi dengan protein dan dipicu oleh panas (Winarno, 2004).

2.2.4. Telur

Telur dalam pembuatan roti berfungsi membentuk suatu kerangka yang bertugas sebagai pembentuk struktur. Telur dapat memberikan pengaruh pada warna, rasa, dan melembutkan tekstur roti dengan daya emulsi dari lesitin yang terdapat pada kuning telur. Telur juga berfungsi sebagai pelembut dan pengikat. Fungsi lainnya adalah untuk aerasi, yaitu kemampuan menangkap udara pada saat adonan dikocok sehingga udara menyebar rata pada adonan (Astawan, 2008). Telur berfungsi untuk meningkatkan nilai gizi, memberikan rasa yang lebih enak dan membantu untuk memperlemas jaringan zat gluten karena adanya lesitin

dalam telur yang menghasilkan roti menjadi lebih empuk dan lemas (Koswara, 2009).

Telur merupakan sumber zat protein hewani yang bergizi tinggi. Fungsi telur sebagai pengental, perekat atau pengikat dalam pengolahan pangan (Tarwotjo, 1998). Penggunaan kuning telur dapat memberikan tekstur yang lembut pada roti dimana kuning telur mengandung lesitin (emulsifier). Kuning telur memiliki bentuk yang padat dan kadar airnya sekitar 50% sedangkan putih telur kadar airnya 86%. Nilai kalori pada kuning telur yang digunakan dalam pembuatan roti yaitu 361 kkal (Bennion, 1980).

2.2.5. Garam (NaCl)

Garam dapur (NaCl) sering kali dimanfaatkan dalam industri pangan. Penggunaan garam dengan jumlah yang sedikit berfungsi sebagai pembentuk cita rasa, sedangkan dalam jumlah yang cukup banyak berperan sebagai pengawet. Garam mengalami peristiwa hidrasi ion dimana garam akan terionisasi dan menarik sejumlah molekul air. Semakin besar konsentrasi garam, maka semakin banyak ion hidrat dan molekul air yang terjerat sehingga menyebabkan aktivitas air (a_w) bahan pangan menurun (Winarno, 2004). Garam juga digunakan sebagai bahan pengawet. Menurut Pereira (2013) garam pada pembuatan roti harus memenuhi kriteria yang baik yaitu bersih (bebas dari bahan-bahan yang tidak dapat larut), halus, tidak bergumpal, dan mudah larut saat diolah.

2.2.6. Air

Air yang digunakan dalam pembuatan roti biasanya adalah air es. Air berperan penting dalam pembentukan adonan karena dapat mengontrol kepadatan dan suhu adonan. Air memiliki fungsi sebagai pelarut garam, penyebar dan pelarut bahan-bahan bukan tepung secara seragam dan memungkinkan adanya aktivitas enzim (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Air dapat mempengaruhi penampilan bahan pangan, seperti tekstur, warna, dan cita rasa. Kandungan air dalam bahan makanan juga menentukan *acceptability*, kesegaran, dan daya tahan makanan (Ningrum, 2006).

2.2.7. Susu

Penggunaan susu untuk produk *bakery* berfungsi membentuk flavor, mengikat air, sebagai bahan pengisi, membentuk struktur yang kuat karena adanya protein berupa kasein, membentuk warna karena terjadi reaksi pencoklatan dan menambah keempukan karena adanya laktosa (Koswara, 2009). Keutamaan susu yaitu meningkatkan nilai gizi. Susu mengandung protein (kasein), gula laktosa dan mineral kalsium. Susu juga memberikan efek terhadap kulit roti dan memperkuat gluten karena kandungan kalsiumnya (U.S. Wheat Associates, 1983). Susu bentuk bubuk adalah susu yang biasa digunakan sebagai bahan pembuat roti (Eko dan Eirry, 2007). Hal ini dikarenakan susu bubuk memiliki masa simpan yang lebih panjang. Susu cair UHT juga dapat digunakan dalam pembuatan roti. Kandungan gizi susu bubuk per 100 gram adalah 509 kkal (Mahmud, 2005), sedangkan kandungan kalori susu cair UHT yaitu 150 kkal (Prastiwi, 2015).

2.2.8. Mentega

Mentega dapat dibuat dari lemak susu yang manis atau yang asam. Mentega dari lemak yang asam memiliki citarasa yang kuat. Lemak susu dapat dibiarkan menjadi asam secara spontan atau dapat dimasamkan dengan penambahan pupukan murni bakteri asam laktat pada lemak susu yang manis yang telah dipasteurisasikan, sehingga memungkinkan terjadinya fermentasi (Winarno, 2004).

Mentega berfungsi sebagai pelumas untuk memperbaiki remah roti, memperbaiki daya iris roti, melunakkan kulit roti, dan dapat menahan air sehingga umur simpan lebih lama. Selain itu lemak juga bergizi, memberikan rasa lezat, mengempukkan, dan membantu pengembangan susunan fisik roti (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Menurut Ardiman (2014) mentega merupakan sumber biokalori yang cukup tinggi nilai kilokalorinya yaitu sekitar 9 kilokalori setiap gramnya.

2.2.9. Bread Improver

Bread Improver merupakan bahan tambahan dalam pembuatan roti yang mengandung protein dalam bentuk gluten. Gluten memiliki fungsi untuk mempertahankan udara yang masuk kedalam adonan pada saat proses pengadukan dan gas yang dihasilkan oleh ragi pada waktu fermentasi, sehingga adonan menjadi mengembang. Bahan yang dapat digunakan seperti *xanthan gum*, dan bahan lain seperti *Carboxymethyl Cellulose (CMC)*, *alginate*, *gliseril monostearat* dan sebagainya. Bahan-bahan ini akan meningkatkan daya tarik menarik antara butir-butir pati, sehingga sebagian besar gas yang terdapat di dalam adonan dapat

dipertahankan. Adonan yang dihasilkan akan cukup mengembang dan akan diperoleh roti dengan volume yang relatif besar, remah yang halus, dan tekstur yang lembut (Koswara, 2009).

2.3. Prinsip Pembuatan Roti

Menurut Koswara (2009) secara garis besar prinsip pembuatan roti terdiri dari pencampuran (*mixing*), peragian, pembentukan, dan pemanggangan. Tujuan pencampuran adalah membuat dan mengembangkan sifat daya rekat, gluten tidak ada dalam tepung. Tepung mengandung protein dan sebagian besar protein akan mengambil bentuk yang disebut gluten bila protein itu dibahasi, diaduk-aduk, ditarik, dan diremas. Tujuan peragian (fermentasi) adonan adalah untuk pematangan adonan sehingga mudah ditangani dan menghasilkan produk bermutu baik, serta berperan dalam pembentukan cita rasa roti. Pada tahap pembentukan secara berurutan adonan dibagi dan dibulatkan, diistirahatkan, dibentuk, dimasukkan kedalam loyang dan fermentasi akhir sebelum dipanggang. Sedangkan pada proses pemanggangan dilakukan pada suhu sekitar 180°C yang pada akhir pembakaran terjadi pembentukan *crust* serta aroma. Pembentukan *crust* terjadi sebagai hasil reaksi *Maillard* dan karamelisasi gula.

2.3.1. Pencampuran (*mixing*)

Setiap tahap pembuatan roti ini memiliki fungsi masing-masing. Fungsi dari pencampuran adalah menghomogenkan semua bahan, membentuk dan melunakkan glutein, mendapatkan hidrasi yang sempurna pada karbohidrat dan protein, serta menahan gas pada glutein. Pencampuran harus tetap dilakukan

hingga gluten berkembang dan air menyerap secara optimal. Proses pencampuran tidak boleh terlalu lama karena akan merusak susunan gluten, adonan menjadi panas, dan proses fermentasi semakin lambat. Proses *mixing* tergantung pada alat yang digunakan, kecepatan pencampuran, penyerapan air dari gluten, formula dan masa peragian, dan jenis roti yang diinginkan. Waktu *mixing* umumnya selama 8-10 menit atau 10-12 menit dengan *mixer* roti (Mudjajanto dan Yulianti, 2004).

2.3.2. Peragian

Tahap kedua yaitu peragian. Tahap ini penting dalam pembuatan roti dimana terjadinya pembentukan volume dan rasa. Fermentasi sangat dipengaruhi oleh suhu pembuatan dan kelembaban udara. Kondisi yang baik saat fermentasi adonan roti yaitu dengan kelembaban udara 75% dan suhu ruangan 35°C. Semakin panas suhu ruangan, semakin cepat proses fermentasi dalam adonan roti. Namun sebaliknya, semakin dingin suhu ruangan semakin lama proses fermentasinya. Selama peragian, adonan menjadi lebih besar dan ringan. Pada adonan langsung, adonan perlu sekali dilipar, ditusuk, atau dipukul 1-2 kali selama peragian dan pada akhir peragian. Pemukulan dilakukan agar suhu adonan rata, gas CO₂ hilang, dan udara segar tertarik kedalam adonan sehingga rasa asam pada roti dapat hilang. Jika terlalu banyak pukulan, gas yang keluar dari adonan terlalu banyak sehingga roti tidak mengembang (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Enzim β -amilase secara normal terdapat dalam terigu membantu pemecahan pati menjadi maltosa, senyawa yang akan digunakan oleh ragi untuk membentuk gas karbon dioksida dan etanol (Winarno, 2004).

2.3.3. Pembentukan

Tahap pembentukan terdiri dari pengadonan dan pencetakan. Pembentukan adonan dilakukan dengan cara adonan yang telah diistirahatkan digiling menggunakan *roll pin*, kemudian digiling atau dibentuk sesuai dengan jenis roti yang diinginkan. Pada saat penggilingan, gas yang ada di dalam adonan keluar dan adonan mencapai ketebalan yang diinginkan sehingga mudah untuk digulung atau dibentuk (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Pengadonan yang berlebihan akan merusak susunan gluten, adonan akan panas dan peragiannya akan lambat. Adonan tersebut akan menghasilkan roti yang pertambahan volumenya sangat buruk dan juga rotinya akan mempunyai remah pada bagian dalam. Pengadonan yang kurang akan menyebabkan adonan menjadi kurang elastis (Wheat Associates, 1983).

Agar roti sesuai dengan besarnya cetakan atau berdasarkan bentuk yang diinginkan, adonan perlu ditimbang. Sebelum ditimbang, adonan dipotong-potong dalam beberapa bagian. Proses penimbangan harus dilakukan dengan cepat karena proses fermentasi tetap berjalan. Adonan yang sudah digulung dimasukkan ke dalam cetakan dengan cara bagian lipatan diletakkan di bawah agar lipatan tidak lepas yang mengakibatkan bentuk roti tidak baik. Selanjutnya, adonan diistirahatkan dalam cetakan sebelum dimasukkan ke dalam pembakaran. Proses ini dilakukan agar roti mengembang, sehingga hasil akhir roti diperoleh dengan bentuk dan mutu yang baik (Mudjajanto dan Yulianti, 2004).

2.3.4. Pemanggangan

Tahap terakhir yaitu pemanggangan. Roti dipanggang dalam oven pada suhu kira-kira 205°C. Suhu pemanggangan roti kecil sekitar 220-230°C selama 14-18 menit. Sebelum pemanggangan selesai, pintu oven dibuka sedikit sekitar 2-3 menit. Untuk roti lainnya, pembakaran dengan suhu oven 220-230°C, kemudian menurun hingga 200°C selama 5-10 menit dan sebelum selesai, pintu oven dibuka sedikit (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Setelah fermentasi cukup, adonan dimasukkan ke dalam oven dan dibakar sampai kulit atas roti biasanya berwarna coklat, bahkan ada yang sedikit gosong. Mikroglobule menggelembung karena gas CO₂ mengembang oleh suhu oven yang tertinggi dan dinding glutein difiksasi mempertahankan volume globula tersebut, sehingga konsistensi roti seperti spons yang lunak dan empuk (Sediaoetama, 1993).

Perusakan zat gizi dalam bahan makanan yang dipanggang (umumnya roti dan kue) terutama berkaitan dengan suhu oven dan lamanya pemanggangan serta pH adonan. Nampaknya tidak ada susut vitamin yang berarti dalam tahap pencampuran, fermentasi, dan pencetakan. Bahkan kadar beberapa vitamin dapat meningkat sedikit selama fermentasi, yaitu vitamin yang disintesa oleh sel khamir (Harris dan Karmas, 1989).

2.4. Uji Sensori

Keistimewaan produk pangan dapat dilihat dari nilai mutu subyektifnya disamping sifat mutu obyektifnya. Mutu obyektif dapat diukur dengan alat atau instrument fisik, sedangkan mutu subyektif dapat diukur dengan instrument manusia. Sifat subyektif pangan lebih umum disebut organoleptik atau sifat

indrawi karena penilaiannya menggunakan organ indera manusia, terkadang juga disebut sifat sensorik karena penilaiannya, didasarkan pada rangsangan sensorik pada organ indera (Soekarto, 1990).

Uji sensori pada produk pangan sangat diperlukan untuk mengukur dan menilai minat konsumen terhadap produk yang dihasilkan. Panelis akan memberi penilaian terhadap warna, tekstur, aroma, dan kesukaan dari roti manis dengan menggunakan skala hedonik. Pengujian sensori berdasarkan aroma yang menentukan kelezatan bahan makanan cita rasa dari bahan pangan sesungguhnya terdiri dari tiga komponen yaitu bau, rasa, dan rangsangan mulut. Bau yang dihasilkan dari makanan banyak menentukan kelezatan bahan pangan tersebut. Dalam hal bau sangat bersangkutan dengan alat indera penciuman. Pengujian sensori berdasarkan rasa adalah faktor berikutnya yang dinilai panelis setelah tekstur, warna, dan aroma. Rasa timbul akibat adanya rangsangan kimiawi yang dapat diterima oleh indera pencicip atau lidah. Rasa adalah faktor yang mempengaruhi penerimaan produk pangan. Jika komponen aroma, warna, dan tekstur baik tetapi konsumen tidak menyukai rasanya maka konsumen tidak akan menerima produk pangan tersebut (Rampengan *et al.*, 1985).

Dalam penilaian mutu produk pangan seperti bahan pangan hasil pertanian, bahan mentah industri pangan dan produk olahan pangan, mutu sensori memiliki peran yang sangat penting. Mutu sensori tidak kalah pentingnya dengan uji fisik, uji kimia, dan uji gizi karena suatu produk pangan tidak akan dikonsumsi atau tidak menimbulkan selera makan apabila memiliki sifat organoleptik yang tidak bagus. Jadi bagi komoditas pangan pengujian organoleptik merupakan suatu keharusan (Soekarto, 1990).

Uji kesukaan adalah salah satu metode uji sensori yang berfungsi untuk menentukan tingkat kesukaan dan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk tertentu. Dalam uji ini panelis diminta mengungkapkan tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau ketidaksukaan, disamping itu mereka juga mengemukakan tingkat kesukaan/ketidaksukaan (Rahayu, 1998).

2.5. Nilai Kalori

Kalor merupakan suatu perpindahan energi internal. Kalor mengalir dari satu bagian sistem ke bagian lain atau dari sistem ke sistem yang lain karena terdapat perbedaan temperatur. Nilai makanan umumnya diukur dari banyak-sedikitnya kalori yang dibebaskan pada pembakaran 1 gram dari makanan tersebut. Telah diketahui bahwa zat makanan yang memberikan sumber kalori yaitu karbohidrat, protein, dan lemak. Roti merupakan salah satu sumber karbohidrat yang baik bagi tubuh. Nilai kalori pada roti dapat diukur menggunakan alat yaitu kalorimeter bom.

Kalorimeter bom adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalor) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam O_2 berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, dan bahan bakar. Kalorimeter bom terdiri dari tabung baja tebal dengan tutup kedap udara. Sejumlah tertentu zat yang akan diuji ditempatkan dalam cawan platina dan sebuah kumparan besi yang diketahui beratnya (yang juga akan dibakar) ditempatkan pula pada cawan platina sedemikian sehingga menempel pada zat yang akan diuji. Kalorimeter bom kemudian ditutup dan tutupnya dikencangkan, setelah itu “bom” diisi dengan O_2 hingga tekanan mencapai 25 atm. Kemudian “bom” dimasukkan kedalam

kalorimeter yang diisi air. Setelah semuanya tersusun, sejumlah tertentu aliran listrik dialirkan ke kawat besi dan setelah terjadi pembakaran, kenaikan suhu diukur, kapasitas panas “bom”, kalorimeter, pengaduk, dan termometer ditentukan dengan percobaan terpisah dengan menggunakan zat yang diketahui panas pembakaran dengan tepat (biasanya asam benzoat) (Wijanarko, 2013).