

Rekabentuk Optima Mesin Pembungkusan Roti Kering Menggunakan Kaedah Ruang Pembungkusan Terubah (MAP)

Salhana Sahidin @ Salehudin
Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah
salhana@psa.edu.my

Muhammad Faiz Abdullah
Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah
mfaiz@psa.edu.my

Tengku Mohd Aizan Tengku Mohammad
Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah
tmaizan@psa.edu.my

Abstract

Bakery products have short shelf life due to its fragileness and moldy nature. The Modified Atmosphere Packaging (MAP) is an optimum packaging solution that can be applied to increase the shelf life of a product. At the moment, bakery retailers are only able to produce bread in small quantities due to the nature that is easily rotten and smelling murky. The objective of the study is to find the best method to improve the duration of bread sold in the market and identify the most suitable way to maintain the taste and dryness of bread. Hence, to identify packaging materials and the packaging technology which are appropriate to extend product life and durability. This study focuses on the concept of modified atmosphere packaging (MAP) to maintain the smell and taste of the original bread for optimal time duration. The proposed solution is to design a vertical sealer packaging machine and the flushing function for the packing and production of bread packed into a nylon PA wrapper. Air is included from the non-oil compressor to improve the product lifespan and prevent products from wrecking. Nylon PA is chosen due to its excellent technical characteristics of gas absorption. This machine is capable of wrapping the product up to 1000 packs daily compared to 600 packs per day using the manual operation. In conclusion, the modified atmosphere packaging (MAP) applications in the bakery industries provide a great advantage in improving the shelf life of bakery products using suitable gas mixture to maintain the taste and fragrant of the bread.

Keywords: Modified Atmosphere Packaging, shelf life, bread

Abstrak

Produk bakeri mempunyai jangka hayat yang sangat pendek kerana sifatnya yang mudah rosak dan berkulat. Ruang pembungkusan yang diubah (*Modified Atmosphera Packaging*) merupakan penyelesaian pembungkusan yang boleh diaplikasi secara optimum untuk meningkatkan jangkahayat produk. Usahawan bakeri hanya mampu menghasilkan roti kering dalam kuantiti yang kecil kerana sifat roti kering yang mudah rosak dan berbau hapak. Objektif kajian adalah mencari kaedah terbaik meningkatkan jangkahayat roti kering yang dijual di pasaran dan mengenalpasti gas yang paling sesuai digunakan untuk mengekalkan rasa serta kerangupan roti kering. Seterusnya, mengenalpasti bahan pembungkusan dan teknologi pembungkusan yang sesuai bagi memanjangkan jangka hayat produk dan ketahanan produk daripada mudah hancur. Kajian difokuskan kepada konsep ruang pembungkusan yang diubah (*MAP*) untuk mengekalkan bau dan rasa roti kering yang asli untuk tempoh masa yang optimum. Cadangan penyelesaian adalah merekabentuk mesin pembungkusan "*vertical sealer*" ditambah fungsi "*air flushing*" untuk proses pembungkusan dan pengeluaran roti kering yang di susun ke dalam pembungkusan

“nylon PA”. Udara daripada pemampat tanpa minyak dimasukkan untuk meningkatkan jangka hayat produk dan mengelakkan produk daripada pecah. Nylon PA dipilih kerana ciri-ciri teknikal nya yang baik terhadap penyerapan gas.. Mesin ini mampu membungkus produk sehingga mencapai pengeluaran 1000 pek sehari berbanding 600 pek sehari bagi operasi secara manual sebelum ini. Kesimpulannya, aplikasi ruang pembungkusan diubah (MAP) dalam industri bakeri memberikan kelebihan yang banyak dalam meningkatkan jangka hayat produk bakeri menggunakan campuran gas yang sesuai untuk mengekalkan rasa dan bau yang enak.

Kata Kunci: ruang pembungkusan diubah, jangka hayat, roti kering

1.0 Pengenalan

Produk bakeri seperti roti dan kek mempunyai jangka hayat yang sangat pendek kerana sifatnya yang mudah rosak dan berkulat. Pencemaran makanan seperti ini adalah sebahagian besar fenomena yang sukar dikawal dan dipulihkan kerana wujudnya kandungan air daripada kanji kepada protein di dalam roti dan kek. Pertumbuhan kulat di permukaan adalah penyebab utama pengurangan produk bakeri di pasaran

Walau bagaimanapun, jangka hayat produk bakeri masih boleh dikawal jika menggunakan bahan dan kaedah pembungkusan yang betul. Menurut Galic, et. al (2009), pengekaluan kualiti produk bakeri adalah bergantung kepada bancuhan adunan, pemprosesan, bahan pembungkusan, dan cara penyimpanan. Secara amnya, makanan yang mudah rosak mempunyai jangka hayat kurang daripada 14 hari. Dengan teknologi terkini dan persekitaran yang terkawal atau ruang pembungkusan yang diubah, makanan sedemikian boleh bertahan sehingga 90 hari.

Produk roti merupakan keperluan makanan bagi semua lapisan masyarakat di dunia. Oleh yang demikian, keperluan khusus bagi mengekalkan ciri-ciri roti yang berkualiti telah diwujudkan. Ciri-ciri utama roti yang penting untuk pengguna adalah bentuk, warna, dan tekstur. Roti dikategorikan mengikut nilai aktiviti air (aw), yang membenarkan tempoh masa jualan yang singkat (Kotsianis, 2002). Roti yang telah siap dibakar adalah bebas daripada kulat dan bakteria, tetapi beberapa spora bakteria dapat bertahan untuk hidup semasa roti dibakar atau pencemaran berlaku sebelum proses pembungkusan. Perubahan rupa dan rasa merupakan masalah utama kepada pengeluar roti kering. Pembentukan kulat pada roti menjadikan penerimaan pengguna produk roti menurun dan seterusnya memberi kesan kerugian ekonomi yang besar.

Oleh kerana kulat mempunyai keperluan oksigen yang sangat rendah dan sensitif terhadap karbon dioksida, ruang pembungkusan yang diubah (*Modified Atmosphere Packaging*) atau MAP merupakan penyelesaian pembungkusan yang boleh diaplikasi secara optimum untuk meningkatkan jangka hayat produk. Menukarkan udara sediaada dalam pembungkusan kepada udara yang mengandungi karbon dioksida tanpa oksigen haruslah diselaraskan dengan bahan pembungkusan yang bersifat penghalang penyerapan gas yang tinggi. Nylon merupakan bahan yang paling sesuai digunakan kerana mempunyai sifat tersebut. Roti mempunyai kepadatan sekitar 0-2 hingga 0-25 g cm⁻³ (Luciano, et. Al. 1997) menunjukkan

bahawa kuantiti udara yang besar dikekalkan di dalam strukturnya yang berliang.

Walau bagaimanapun, kefahaman yang mendalam mengenai kesan faktor-faktor tersebut yang terlibat dalam operasi pembungkusan dan ciri-ciri produk, boleh menyumbang kepada pembungkusan optimum ruang yang diubah suai. Matlamat kerja ini adalah untuk mensimulasikan pembakaran gas pembungkusan suasana diubah suai (MAP), berikutan kadar penyingkiran oksigen dari gulung roti, untuk faham faktor mana yang boleh mempercepat penggantian udara, yang membawa kepada lanjutan jangka hayat.

2.0 Penyataan Masalah

Pengusaha produk bakeri hanya mampu menghasilkan roti kering dalam kuantiti yang kecil kerana sifat roti kering yang mudah rosak dan berbau hapak. Oleh itu, pengeluaran roti kering tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan. Jenis bahan pembungkusan yang digunakan juga memainkan peranan bagi memastikan kualiti dan keselamatan produk roti kering serta identiti syarikat di pasaran. Bahan pembungkusan yang digunakan mempunyai kadar resapan gas yang tinggi menyebabkan roti kering cepat rosak sebelum sampai ke tangan pelanggan. Di samping itu, ia juga mempengaruhi tempoh jangka hayat produk yang pendek iaitu satu hingga dua minggu sehingga menghadkan pengeluaran produk secara besar-besaran. Bagi pengusaha yang mengeluarkan produk roti kering, masalah roti pecah sebelum tiba ke tangan pelanggan merupakan masalah utama. Oleh yang demikian, kaedah memasukkan gas atau *air flushing* ke dalam pembungkusan dapat mengelakkan produk daripada pecah dan disamping memanjangkan jangka hayat. Kaedah ini juga mampu mengekalkan rasa dan bau roti kering.

3.0 Objektif

Objektif utama kajian adalah mencari kaedah terbaik meningkatkan jangkahayat roti kering yang dijual di pasaran. Disamping itu, mengenalpasti gas yang paling sesuai digunakan untuk mengekalkan rasa dan kerangupan roti kering. Oleh yang demikian, kajian rekabentuk mesin ini dapat membantu pengusaha roti kering untuk meningkatkan kualiti dan kuantiti pengeluaran produk tersebut. Merekabentuk mesin berasaskan teknologi pembungkusan *vertical sealer* dan *air flushing* untuk pengeluaran produk makanan kering. Mengenalpasti bahan pembungkusan dan teknologi pembungkusan yang sesuai bagi memanjangkan jangka hayat produk dan ketahanan produk daripada mudah hancur.

4.0 Skop

Skop kajian ini ialah mencari kaedah pembungkusan untuk mendapatkan jangka hayat optimum bagi produk roti kering. Kajian difokuskan kepada konsep ruang pembungkusan yang diubah (MAP) untuk mengekalkan bau dan rasa roti kering untuk tempoh masa yang optimum.

5.0 Pembungkusan Produk Roti

Penilaian sistem pembungkusan untuk aplikasi pembungkusan makanan, pertimbangan mesti diberikan kepada sifat fizikal, komposisi kimia, dan penghijrahan komponen dari bahan pembungkusan. Penghijrahan (*migration*) udara dari bahan pembungkusan kepada makanan, adalah faktor utama yang perlu diambil kira dalam pemilihan dan penggunaan bahan pembungkusan plastik untuk pembungkusan makanan (Galic, et. al, 2009).

Fungsi utama pembungkusan makanan adalah untuk mengurangkan tindak balas yang memberi kesan kepada kestabilan produk yang dibungkus. Secara amnya, gas yang bertindak balas (air wap, oksigen) boleh menghadkan kestabilan makanan yang dibungkus di bawah keadaan penyimpanan dan pengedaran (Fik, et. al, 2012). Oleh itu, faktor yang membataskan jangka hayat produk makanan adalah kadar serapan gas di dinding bahan pembungkus yang digunakan. Kebolehtelapan plastik atau filem pembungkus adalah lebih penting berbanding kebocoran meterai (seal leakage).

Pemilihan bahan pembungkusan yang betul adalah sangat penting bagi pengeluar makanan akan memberi kesan kepada ekonomi, pemasaran, logistik, pengedaran, permintaan pengguna, dan impak alam sekitar terhadap pembungkusan. Kini, pelbagai jenis bahan pembungkusan, yang biasa digunakan dalam pembungkusan makanan, dengan ciri penghalang yang berbeza boleh didapati di pasaran. Oleh itu, pemilihan bahan pembungkusan yang optimum untuk produk makanan tertentu menjadi lebih sukar kerana mengambil kira kadar kebolehtelapan gas dan wap air bahan polimer tersebut.

Prestasi bahan pembungkus terjejas dengan ketara disebabkan oleh suhu, tekanan, dan kelembapan relatif. Bahan yang paling biasa digunakan untuk pembungkusan roti putih ialah *glazed imitation parchment* (GIP), diletakkan lapisan lilin parafin *Low density polyethylene* (PE-LD) pada kedua-dua belah lapisan dan campuran bahan tambahan lain (Galic, et. al, 2009). Roti putih biasanya dibungkus menggunakan PE-LD di mana hujungnya dipintal dan meterai menggunakan satu jalur pita pelekat. Bentuk pembungkusan ini membantu menghalang kemerosotan kualiti dalam roti putih iaitu kehilangan lembapan.

Roti kering yang mempunyai permintaan tinggi di pasaran memerlukan jangka hayat yang lebih lama berbanding roti putih. Oleh yang demikian, plastik *Nylon PA* (poliamida) dipilih kerana mempunyai ciri-ciri teknikal yang baik terhadap penyerapan gas dan rintangan haba yang tinggi (Anne Emblem, et. al, 2012). *Nylon PA* mampu mengekalkan kualiti rasa yang baik, penghalang bau serta tahan terhadap minyak dan lemak. Ia juga mempunyai kebolehtelapan yang tinggi untuk menghalang pengaliran wap dan mudah untuk proses meterai.

6.0 Ruang Pembungkusan Diubah (MAP)

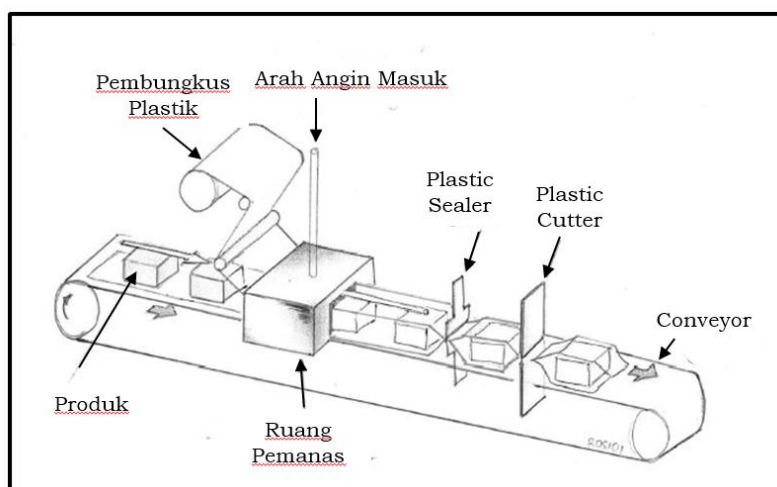
MAP adalah teknik pemeliharaan makanan yang sangat penting dalam industri pembungkusan makanan. Ia adalah satu proses mengubah suai ruang sekeliling yang mengandungi 78% nitrogen, 21% oksigen, 0.93%

argon serta gas yang tinggal termasuk karbon dioksida, neon, helium, krypton, xenon, ozon, hidrogen, nitrous oksida dan metana (Galic, et. al, 2009).

MAP digunakan untuk meningkatkan hayat produk makanan terutama produk roti kering dan ia merupakan kaedah mengubah persekitaran ruang yang di bungkus menggunakan bahan pembungkusan yang mempunyai kadar perpindahan gas keluar sehingga mampu mengurangkan pertumbuhan kulat dan menghalang kerosakan produk makanan. Ia merupakan kaedah pembungkusan yang digunakan secara meluas dalam pelbagai jenis produk makanan dan mampu meningkatkan jangka hayat produk dengan memasukkan gas yang sesuai. Manakala, gas yang biasa digunakan adalah CO₂, O₂ dan N₂.

MAP mampu mengekalkan kesegaran produk makanan disamping meningkatkan kualiti makanan dan menawarkan banyak faedah terutamanya memanjangkan jangka hayat produk di pasaran. Teknologi MAP amat berkesan dalam jangka hayat sejuk, jangka pendek makanan asid rendah, terutamanya minimum diproses dan sangat mudah rosak. Ia digunakan untuk produk segar seperti sayur-sayuran, produk daging dan produk roti untuk jangka hayat yang lebih baik dan lebih baik pengekalan kualiti.

Sistem mesin *form-feel-seal* adalah mesin yang sesuai di gabungkan dengan konsep kerja MAP berdasarkan kelajuan dan fleksibilitinya. Mesin ini boleh membentuk bekas fleksibel atau separa tegar. Bekas plastik fleksibel dilalukan ke bahagian meterai (*sealer*) dan angin atau gas yang dipilih dimasukkan ke dalam pembungkusan. Selepas itu, bekas plastik fleksibel di meterai (*sealer*) dan melepaskan produk makanan yang siap dibungkus. Secara fizikal, bekas pembungkusan makanan menggelembung kerana angin yang di isi adalah lebih banyak daripada produk bagi mengelakkan produk daripada pecah. Rajah 1 menunjukkan konsep pembungkusan menggunakan *Horizontal Form Fill Seal* dan *Modified Atmosphere Packaging*.

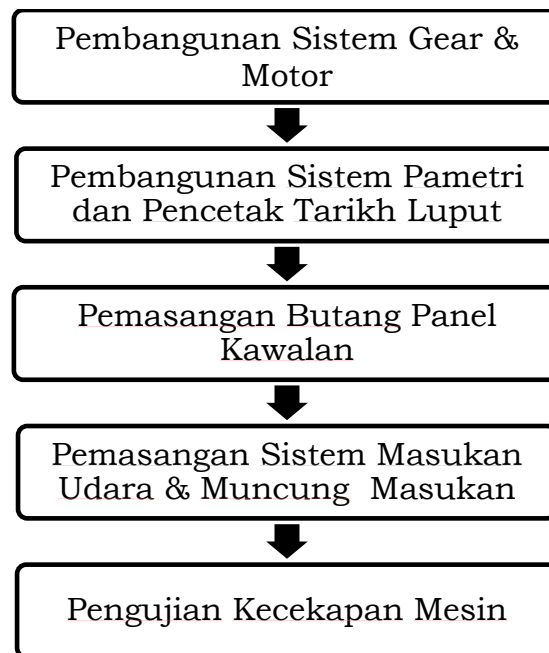


Rajah 1: Konsep pembungkusan menggunakan *Horizontal Form Fill Seal* dan *Modified Atmosphere Packaging*

7.0 Penyelesaian Masalah

Bagi meningkatkan produktiviti dan kualiti produk, operasi pengeluaran ditingkatkan dengan operasi semi automatik menggunakan mesin *vertical sealer*. Mesin *vertical sealer* ditambah fungsi pengisian *air flushing* ke dalam plastik pembungkus roti kering bagi meningkatkan jangka hayat produk. Produk roti kering di bungkus menggunakan plastik nylon yang mempunyai kadar resapan keluar dan masuk gas yang sangat rendah.

Penyelesaian masalah diatasi dengan merekabentuk mesin pembungkusan *vertical sealer* (Rajah 2) untuk mempercepatkan proses pembungkusan dan pengeluaran roti kering. Roti kering disusun ke dalam pembungkus jenis *nylon PA* dan dimasukkan udara daripada pemampat tanpa minyak untuk meningkatkan jangka hayat produk serta mengelakkan produk daripada pecah serta hancur.



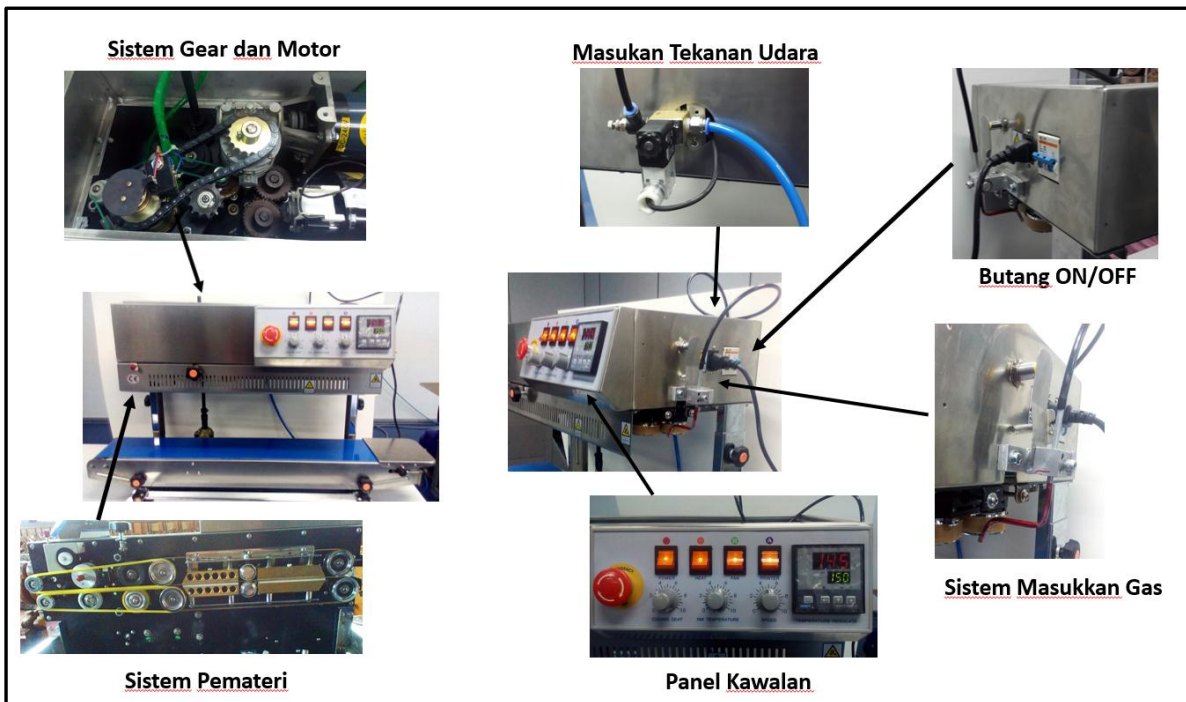
Rajah 2: Metodologi Pembangunan Mesin Pembungkusan

Fabrikasi mesin dimulakan dengan pemasangan sistem gear dan motor untuk menggerakkan pemateri yang disambungkan dengan konveyor. Sistem pemateri terdiri daripada getah pemateri bersama pengelek yang menggerakkan bungkus roti kering bersama pencetak tarikh luput di bahagian hujung mesin. Pencetak tarikh luput akan dicetak sebaik sahaja proses pematerian selesai.

Proses seterusnya ialah pemasangan butang panel kawalan yang terdiri daripada pelaras untuk kelajuan konveyor, kelajuan pencetak, suhu pemateri dan suhu dakwat pencetak. Mesin pembungkusan yang siap dipasang, ditambah dengan sistem masukan udara yang disalurkan melalui

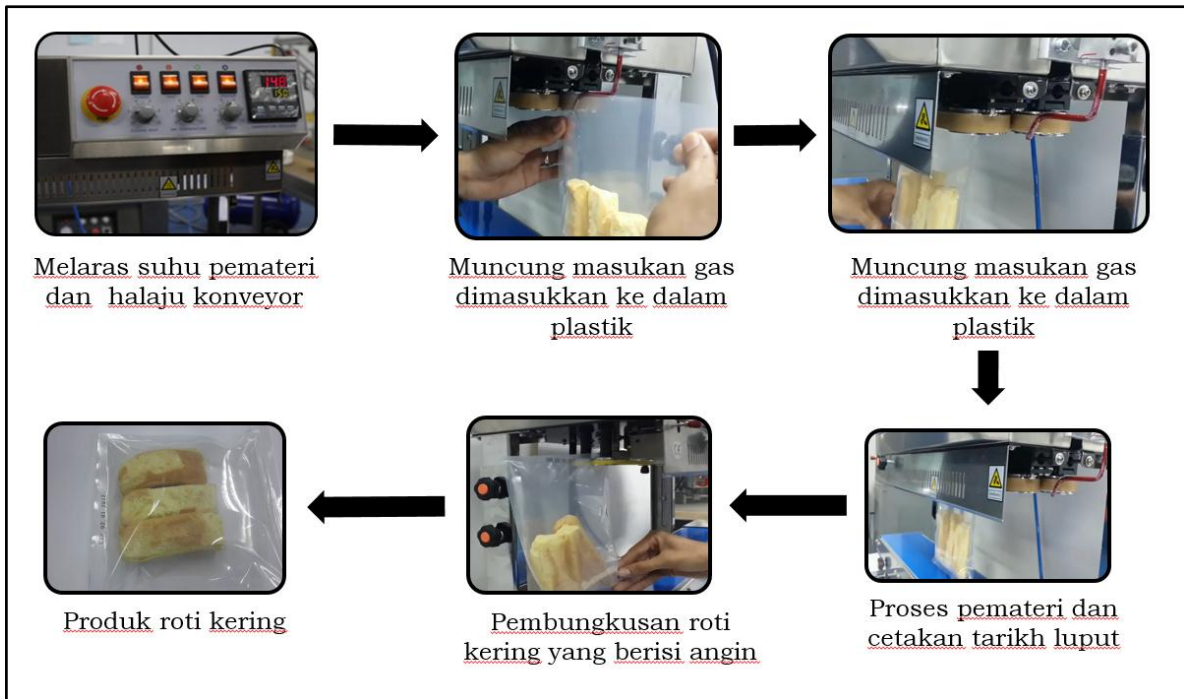
muncung masukan. Satu mekanisma masukan udara termampat disalurkan melalui tiub getah daripada pemampat tanpa minyak. Setiap pembungkusan roti kering akan melalui muncung masukan untuk proses memasukkan udara termampat sebelum proses pematerian. Bahagian mesin lengkap yang dibangunkan adalah seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.

Manakala, Rajah 4 menunjukkan konsep kerja mesin iaitu memateri paket roti secara menegak selepas dimasukkan gas. Proses didahului dengan melaras butang kawalan suhu dan halaju konveyor. Mesin ini juga di sertakan pencetak tarikh luput yang disetkan secara manual.



Rajah 3: Bahagian Mesin pembungkusan *Vertical Form Fill Seal* dan *Modified Atmosphere Packaging*

Mesin ini mampu membungkus produk roti kering dengan pengisian produk sehingga mencapai pengeluaran 1000 pek sehari berbanding 600 pek sehari bagi operasi secara manual sebelum ini. Prinsip MAP dicadangkan bagi penyelesaian masalah jangka hayat produk tanpa penambahan bahan lain (*additive/preservative*). Pek produk diisi dengan campuran gas MAP sebelum di meterai (*seal*). Atmosfera di dalam pek akan digantikan melalui tiub (*gas flushing*). Teknologi pembungkusan ini dilengkapi dengan campuran gas (*gas mixer*) yang ringkas, tidak memerlukan bekalan tenaga dan sistem kawalan.



Rajah 4: Bahagian Mesin pembungkusan *Vertical Form Fill Seal* dan *Modified Atmosphere Packaging*

Rekabentuk dan pembinaan mesin mengambil kira faktor-faktor berikut:

- i. Keselamatan: Menggunakan bahan yang selamat bagi produk makanan dan pengguna
- ii. Menerapkan ciri-ciri keselamatan pada mesin terutama semasa mengisi dan membungkus.
- iii. Bahan: Bahan yang digunakan bagi pembangunan mesin ialah Keluli Tahan Karat S316 (*Food Grade Category*).
- iv. Ergonomik: mementingkan pengendalian mesin yang mudah dan semi automatik.

8.0 Kesimpulan

Kesimpulannya, aplikasi ruang pembungkusan diubah (MAP) dalam industri bakeri memberikan kelebihan yang banyak dalam meningkatkan jangka hayat produk bakeri. Oleh yang demikian, industri bakeri yang ingin menggunakan teknologi MAP perlu memilih bahan pembungkusan dan mesin yang sesuai diadaptasi bersama sistem ini. Bagi mengeluarkan produk makanan yang mempunyai jangka hayat optimum disamping meningkatkan kualiti produk dan campuran gas yang sesuai untuk mengekalkan rasa dan bau produk bakeri.

Rujukan

- Kotsianis, I.S., Giannou, V. and Tzia, C. (2002). Production and packaging of bakery products using MAP technology. *Trends in Food Science & Technology*. 13, pp 319–324.
- Anne Emblem and Henry Emblem. (2012). Packaging Technology: Fundamentals, materials and processes. *Woodhead Publishing Limited*.
- Galic, K., Curic, D., and Gabric, D. (2009). Shelf Life of Packaged Bakery Goods - A Review. *Food Science and Nutrition*. 49, pp 405-426.
- Luciano Piergiovanni and Patrizia Fava. (1997). Minimizing the residual oxygen in modified atmosphere packaging of bakery products. *Food Additives and Contaminants*. Vol. 14, No. 6-7, pp 765-773.
- Fik, M., Surówka, K., Maciejaszek, I., Macura, M., and Michalczyk, M. (2012). Quality and shelf life of calcium-enriched wholemeal bread stored in a modified atmosphere. *Journal of Cereal Science*. 56, pp 418-424.