

Identifikasi Rekayasa Proses Per Unit Operasi Pada Pembuatan Tekwan Sebagai Dasar Pendekatan Inovasi Teknologi

Raden Mursidi ¹⁾, Rahmad Hari Purnomo ²⁾, Rizky Tirta Adhiguna ³⁾

¹⁾²⁾³⁾ Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
Jl. Lintas Palembang Prabumulih Km.32 Indralaya
Email :rmursidi60@gmail.com

Abstrak. Unit operasi pembuatan tekwan meliputi pengecilan ukuran, pencampuran, pencetakan, perebusan, penirisan dan pendinginan serta pengeringan. Prioritas utama pengembangan dan inovasi teknik proses adalah pada unit pencampuran dan pencetakan. Kedua unit operasi perlu dikembangkan inovasi produk ditinjau dari upaya peningkatan gizi dan penampilan produk bersifat komersiel. Diversifikasi pangan adalah program pertanian di bidang keamanan dan ketahanan pangan demi menciptakan inovasi produk yang dapat memperkaya keragaman pangan dan asset wisata kuliner bagi masyarakat. Aplikasi rekayasa proses yang tetap eksis selama ini pada seluruh unit operasi pembuatan tekwan adalah aspek transfer mekanika, panas dan massa. Transfer mekanika adalah penyaluran tenaga manual, semimekanis maupun mekanis untuk menciptakan gaya gerak memotong, rotasi, tumbukan, gesekan, geseran, penetrasi, tekanan, kompresi dan aliran fluida. Aplikasi teknik proses ini berlangsung pada unit operasi pengecilan ukuran, pencampuran (agitator) dan pencetakan. Aplikasi Teknik proses transfer panas untuk memasak adonan tekwan dengan target yaitu tercapainya sterilisasi dan termodifikasinya produk yang diinginkan. Tiga mekanisme pindah panas atau kombinasinya yang aplikatif diantaranya radiasi, konduksi dan konveksi. Teknik proses pemanasan diberlakukan untuk mengubah sifat fisikokimia bahan baku produk seperti penguapan, koagulasi protein, gelatinisasi pati, menginaktifkan enzim dan mikroorganisme, hal ini berlaku pada unit operasi perebusan, penirisan, pendinginan dan pengeringan serta diikuti perpindahan massa.

Kata kunci: Rekayasa proses, unit operasi, Transfer mekanis, transfer panas, transfer massa

1. Pendahuluan

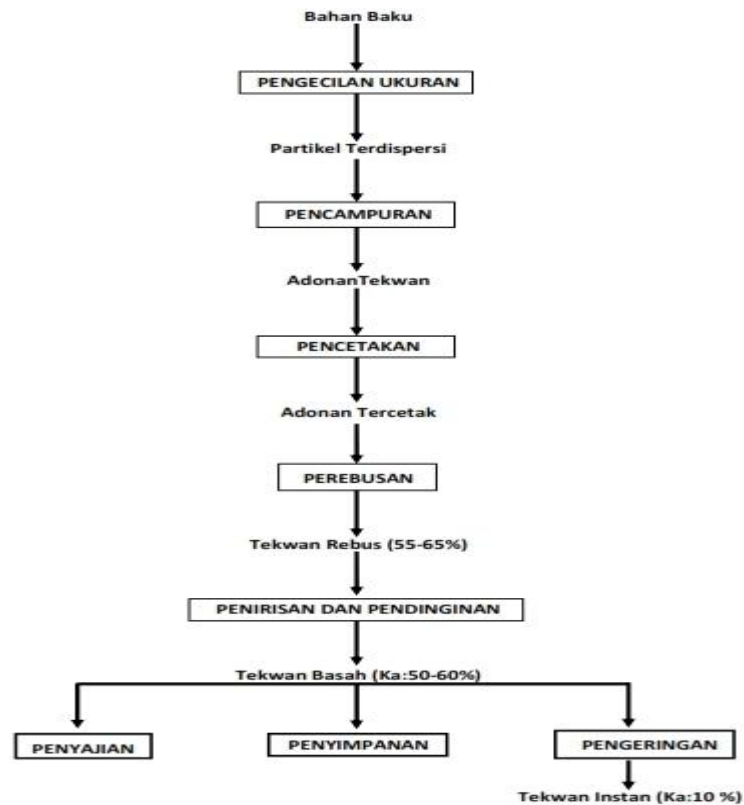
Tekwan adalah jajanan atau kudapan tradisional khas masyarakat kota Palembang yang relative sama dengan empek-empek berbahan dasar dari campuran daging ikan, putih telur, pati (tapioca, sagu atau Gandum) dan garam. Hidangan tradisional ini dikonsumsi bersama dengan kuah yang memiliki citarasa khas dan bahan substitusi (pelengkap) atau bumbu yang berbeda-beda. Bahan substitusi kuah tekwan yang umum digunakan yaitu udang, sohun, irisan bengkoang, jamur kuping, bawang goreng dan timun. Tekwan berasal dari kata “Berkotek Samo Kawan”, yang dalam bahasa Palembang artinya duduk mengobrol bersama teman sambil menikmati kudapan. Tekwan sudah sangat populer sebagai jajanan yang dijajakan di pedagang kaki lima (PKL), gerobak (warung keliling), kios-kios, warung, toko hingga restoran besar, dan kudapan ini dapat ditemukan khususnya dikawasan jalan di kota Palembang bahkan kota-kota di seluruh Indonesia.

Cara pembuatan tekwan berbeda-beda menurut kualitas penampilan, citarasa dan komposisi bahan baku serta perkembangan aspek teknik pengolahannya. Setiap proses pengolahan bahan baku pangan menjadi produk pangan siap saji atau siap simpan harus melalui beberapa tahap unit operasi pengolahan melalui tingkatan yang berbeda-beda menurut fungsional dan manfaat produk dengan mempertimbangkan atau meminimalisir perubahan mutu (sifat kimia) dan memanipulasi perubahan fisik yang bernilai tambah dan bernilai guna (*added value and use value*)[1][5]. Unit operasi selalu dilibatkan untuk mengkonversi produk pangan bahan baku menjadi bahan jadi dengan menerapkan aspek transfer dan transformasi massa dan panas baik secara manual, semi mekanis dan secara mekanis. Pada masa kini belum adanya artikel, buku ajar (*textbooks*), *manual book* atau SOP pembuatan tekwan yang menjelaskan secara spesifik kajian IPTEK proses pembuatan tekwan.

Kajian metode dan aspek teknis pembuatan tekwan belum secara detail dijelaskan terutama yang berkaitan pada transformasi atau perilaku aspek fisik dan panas yang diterapkan terhadap rekayasa konversi atau perubahan bahan baku (hulu) menjadi produk jadi (hilir) sehingga menjadi satu kesatuan operasional proses pengolahan.

Informasi aspek operasional yang dipublikasikan hanya sebatas pada prosedur pembuatan tekwan secara sederhana belum pada kajian secara mendalam yang berkaitan dengan perilaku aspek teknis dan bahan baku terhadap perubahan produk yang fungsional, bernilai guna dan bernilai tambah. Tujuan penelitian ini untuk identifikasi rekayasa proses transformasi aspek fisik, mekanis dan termal yang diberlakukan atau dilibatkan pada unit-unit operasi proses pembuatan tekwan (Gambar 1) Manfaat penelitian ini adalah memperoleh gambaran rekayasa proses dan transformasi aspek teknik yang diaplikasikan pada setiap unit operasi proses pembuatan

tekwan dan dapat dikonstruksikan sebagai dasar acuan dalam merencanakan atau mendesain inovasi Rekayasa alat pembuatan tekwan secara manual (tradisional) menjadi secara mekanis. Setiap Inovasi desain- rekayasa alat-proses pengolahan pangan harus didasarkan pada dampaknya terhadap perubahan konversi produk dengan pertimbangan menekan kerusakan mutu hasil (degradasi mutu kimia dan fisik). Metode atau alat yang telah dirancang harus dapat meminimalisir kerusakan mutu produk sehingga bernilai tambah, bernilai guna dan meningkatkan kapasitas produksi (kapasitas kerja). Metode penelitian yang dilaksanakan pada penelusuran aspek teknis operasional proses pembuatan tekwan menerapkan metode observasi dan survey untuk mendata dan mengkaji perbedaan komposisi bahan baku, metode dan mekanisme proses pada setiap unit operasi pembuatan tekwan di beberapa produsen skala home industry dan penaja atau pedagang tekwan.



Gambar 1. Diagram alir unit operasi pada proses pembuatan tekwan

2. Pembahasan

2.1. Unit Operasi Proses pembuatan Tekwan

Proses adalah serangkaian kegiatan atau operasi industri dalam upaya melakukan transformasi dan konversi karakteristik bahan baku menjadi produk olahan bernilai tambah yang diterima dan disukai oleh masyarakat[8]. Semua bentuk proses memerlukan stasiun pengoperasian yang melibatkan satu atau lebih aspek teknik yang disebut unit operasi, sehingga proses produksi dari hulu ke hilir pada suatu industri terdiri dari beberapa unit operasi. Unit operasi adalah proses yang terlibat dalam mengubah produk mentah (bahan baku) menjadi produk akhir yang bermanfaat bagi manusia [9].

Unit operasi pada aspek agroindustri merupakan prosedur operasional dalam proses pengolahan hasil pertanian tanaman pangan atau non pangan dengan menerapkan aspek teknis. Input Unit operasi tidak hanya mengubah sifat kimia bahan akan tetapi juga mengubah sifat fisik dengan target output yang dicapai adalah kuantitas dan kualitas produk yang bermanfaat dan efisien. Dalam suatu unit operasi umumnya melibatkan satu atau kombinasi beberapa aspek fisik (untuk pindah massa, perubahan massa, pindah panas) kimia, biologis dan mikrobiologis [1]. Sebagai contoh pada suatu industri proses produksi menerapkan beberapa unit operasi pemisahan, kristalisasi, penguapan, filtrasi dan beberapa contoh lainnya, yang masing-masing unit operasi menerapkan satu atau kombinasi beberapa aspek teknik. Sebagai contoh dalam pengolahan bahan baku tekwan terdiri dari beberapa unit operasi yang dirancang dalam satu proses untuk menghasilkan produk tekwan. Secara sistematis proses produksi tekwan merupakan satu kesatuan unit operasi yang dapat diproyeksikan dalam suatu diagram alir (Gambar 1). Berdasarkan diagram alir (Gambar 1) terdapat beberapa unit operasi penting dalam pembuatan

tekwan untuk melakukan transformasi dan konversi sifat kimia dan fisik bahan menjadi produk yang bernilai gizi dan bernilai guna antara lain pengecilan ukuran, pencampuran, pencetakan/pembentukan, perebusan dan penirisan /pendinginan. Masing-masing unit operasi mempunyai fungsi dan tujuan yang berbeda-beda dengan maksud untuk mempersiapkan kondisi bahan pada proses lanjut atau pada unit operasi berikutnya sehingga menghasilkan output produk yang diinginkan. Tahap-tahap unit operasi dalam proses pembuatan tekwan akan mengalami perubahan sejalan dengan pengembangan inovasi teknologi yang mengaplikasikan aspek teknis atau mekanis yang berbeda dan lebih mutakhir dengan tujuan menghasilkan teknik proses yang lebih efisien dan produk kreativitas yang berbeda yang memiliki nilai tambah. Berdasarkan diagram alir proses tersebut, selanjutnya akan dibahas karaktersitik mekanisme atau prosedur pengolahan bahan baku menjadi bahan jadi berdasarkan transformasi aspek fisik pada masing-masing unit operasi yang dilibatkan selama proses.

2.2. Sifat dan Transformasi Fisikokimia Bahan Dasar Tekwan.

Tekwan adalah salah satu produk olahan tradisional berbahan dasar utama ikan yang dikombinasikan dengan bahan substitusi meliputi tepung tapioka/sagu, putih telur, garam dan bahan penyedapan lainnya. Dari hasil penelitian di Sembilan produsen atau penaja tekwan dikota Palembang memiliki perbedaan metode pembuatan tekwan dilihat dari komposisi bahan baku dan memiliki persamaan dalam unit operasi yang diterapkan (Gambar 8). Komposisi bahan baku sangat menentukan nilai tambah produk ditinjau dari kualitas mutu produk atau gizi. Proses pembuatan tekwan disajikan pada gambar 1 yang menjelaskan perubahan bahan baku sebagai produk hulu menjadi produk hilir akan melalui proses pengolahan dengan menerapkan beberapa tahap unit operasi. Dalam teknik proses terlebih dahulu mengetahui sifat zat yang terkandung dalam bahan baku sebagai dasar rancangan teknis operasional dengan meminimalisir dampak kerusakan mutu gizi produk. Bahan baku adonan tekwan terdiri dari satu atau kombinasi beberapa wujud zat antara lain:

1. Tepung terigu dan bubuk merica terdiri partikel wujud padat(selulosa) dan gas (oksigen) atau bersifat *semi solid*.
2. Air dan putih telur adalah berwujud cair.
3. Daging ikan giling adalah bahan yang terdiri dari kombinasi wujud padat (serat) dan cairan (larutan)
4. Garam berwujud padat (Kristal)

Masing masing wujud bahan baku tekwan memiliki sifat fisikokimia yang berbeda-beda sebagai kontribusi dalam teknik proses pembuatan tekwan. Daging ikan adalah sebagai bahan baku utama produk olahan harus dijaga perubahan kadar gizinya, olehkarena itu diperlukan modifikasi bentuk produk turunan atau diversifikasi melalui kombinasi dengan bahan substitusi ;sehingga memperkaya nilai gizi dan menciptakan bentuk produk dengan penampilan dan tekstur yang menarik serta mudah dicerna atau dikonsumsi. Komposisi bahan baku pembuatan tekwan dapat mempengaruhi warna produk, hal ini disebabkan dari salah satu bahan baku memiliki warna yang khas (Gambar 8). Pemilihan bahan baku berdasarkan sifat fisikokimia beserta transformasinya sangat penting sebagai dasar dalam inovasi rekayasa teknik proses dan menciptakan inovasi produk yang bernilai tambah dan bernilai guna (perbaikan asupan gizi). Transformasi Sifat fisikokimia dari masing-masing bahan baku tekwan pada aspek teknik proses memiliki fungsi berbeda-beda antara lain:

1. Bahan baku utama yaitu daging ikan memiliki sifat fisiko kimia antara memiliki serat , protein dan lemak berfungsi sebagai menu utama, hal perlu dilakukan transformasi sifat fisikokimia aslinya agar mudah dicerna dan dikonsumsi.
 2. Bahan substitusi memiliki fungsi antara lain:
 - a. tepung sagu (tapioka) adalah granula pati yang berperan selain sebagai pengisi atau pemer kaya gizi (karbohidrat) juga berfungsi sebagai mantel pembungkus dan pengikat partikel bahan baku utama jika mengalami gelatinisasi. Sifatnya sebagai mantel dapat mempertahankan zat yang bersifat mudah larut (*soluble*) dan menguap (*volatile*) serta menciptakan kekenyalan
 - b. putih telur (*albumin*) merupakan protein monomer yang dapat larut dan air garam, memiliki fungsi memperkaya protein dan sebagai mantel pembungkus dan pengikat partikel bahan baku utama jika mengalami koagulasi. Sifatnya sebagai mantel dapat mempertahankan zat yang bersifat mudah larut (*soluble*) dan menguap (*volatile*) serta menciptakan kekenyalan (*viscoelastic*).
 - c. garam yang bersifat mudah larut, memiliki tekanan osmotik yang tinggi dan aktivitas air yang rendah, maka dalam adonan tekwan berfungsi sebagai bahan pengawet yaitu dengan meningkatkan konsentrasinya dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (terhidrasi) dan mengubah citarasa.
 - d. Bubuk merica adalah partikel yang berperan menciptakan cita rasa (pedas) dan aroma
- Penambahan bahan substitusi kedalam bahan baku utama sangat penting dalam inovasi produk olahan dan rekayasa proses pangan dengan target produksi yang bernilai gizi dan bernilai tambah serta menciptakan keamanan dan ketahanan pangan.

2.3. Karakteristik Rekayasa Proses Pada Unit Operasi Pembuatan Tekwan

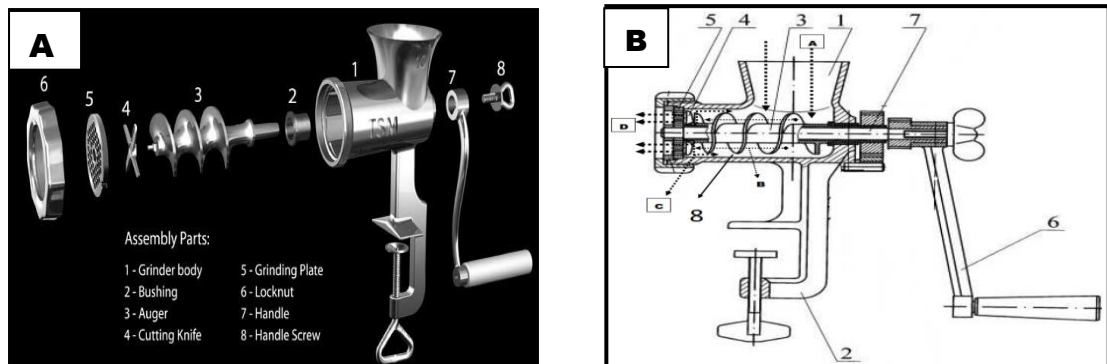
Beberapa rekayasa proses yang dilibatkan pada proses pembuatan produk tekwan basah diterapkan pada unit operasi pencampuran bahan baku tekwan (pengadonan), pencetakan (pembentukan tekwan), perebusan, penirisan-pendinginan sedangkan pembuatan produk tekwan kering menambah 2 unit operasi yaitu pengeringan dan pengemasan. Pada survey dan observasi penelitian ini hanya membahas unit operasi sampai pada pembuatan tekwan basah, sehingga karakteristik rekayasa proses yang dikaji hanya pada beberapa unit operasi antara lain: pengecilan ukuran, pencampuran, pencetakan, perebusan dan penirisan-pendinginan.

2.3.1. Pengecilan Ukuran

Bahan baku yang sudah siap olah pada unit operasi selanjutnya adalah tepung sagu, tepung tapioca, garam dan merica, karena telah melalui mekanisme pengecilan ukuran. Bahan baku tekwan yang belum melalui proses pengecilan ukuran adalah daging (ikan). Penggilingan cara basah untuk daging yang umum digunakan oleh produsen atau penjaja tekwan adalah *grinding mill* dan *blender*. Fungsi pengecilan ukuran adalah memperluas permukaan daging ikan menjadi partikel terdispersi dengan ukuran yang kecil dan halus [5][8].

Bongkahan daging sebelum dilakukan penggilingan terlebih dahulu dipotong-potong menjadi bagian yang lebih kecil untuk mempermudah pengumpanan melalui *hopper*. Alat penggiling daging ikan pada usaha pembuatan tekwan biasanya menggunakan *grinding mill* yang terdiri dari 2 tipe transfer tenaga penggerak yaitu semi mekanis dan mekanis (gambar 2A dan 2B).

Berdasarkan gambar 2A, dapat dijelaskan satu persatu dari fungsi *Auger* ada 2 yaitu membawa atau mengalirkan, menekan dan mengkompresi bahan ke bagian pemotongan (*cutting knife*), Besarnya tenaga tekan sangat tergantung kepada kekenyalan daging dan diameter serta jumlah lubang pengeluaran (*Grinding Plate/screen plate*).



Gambar 2. (A). Alat grinding mill dan bagian bagiannya dan (B). Perpindahan massa (aliran fluida) dalam proses penggilingan daging dengan grinding mill.

Fungsi *cutting knife* untuk memotong dan menghancurkan daging (*destruktion*) yang dimampatkan (*compressible*) oleh *auger* pada bagian hulu lubang pengeluaran. Fungsi *grinding/Screen Plate* adalah Lubang pengeluaran bahan yang tergiling dan terdispersi. Diameter dan jumlah lubang pada *grinding plate* menentukan tekanan dan kehalusan bahan yang digiling.

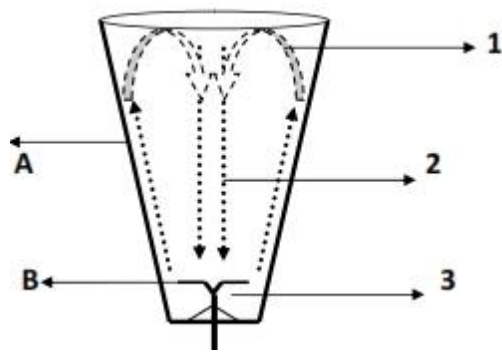
Berdasarkan gambar 2B. Proses perpindahan massa daging ikan (A) yang dimulai dari inlet pengumpanan pada hopper/no.1, lalu bahan terbawa *auger*/no.3 bergerak mengarah ke pisau pemotong/no.4 (*cutter knife*) disertai tekan kompresi dan penghancuran daging menjadi bagian yang halus (B). Daging halus yang dikompresi keluar (D) melalui lubang *grinding plate/screen plate* no.4, tetapi ada sebagian bahan bergerak kembali berlawanan arah (C) dengan bahan yang dikompresi (B) pada bagian tepi bawah dan atas silinder (no.8) dan selanjutnya dibawa kembali untuk dikompresi.

Tingkat kehalusan daging sangat ditentukan oleh lubang outlet (*screen*) pada *grinding plate*, semakin kecil lubang outlet maka akan semakin halus daging giling yang dihasilkan. Untuk mengurangi beban kerja atau tenaga selama operasional penggilingan gunakan *grinding plate* dengan lubang yang terbesar terlebih dahulu dan selanjutnya secara bertahap mengganti dengan lubang kecil hingga terkecil [9]. Ada beberapa Ukuran dan jumlah lubang pada *grinding plate* yaitu mulai dari diameter yang terkecil 3 mm, 4mm, 6mm, 8mm, 10 mm, 12 mm, 14 mm dan 16 mm. Setiap ukuran lubang pada *grinding plate* yang berbeda memiliki jumlah lubang yang berbeda pula, semakin banyak jumlah lubang pada *grinding plate* maka akan meningkatkan kapasitas bahan yang digiling atau mempercepat waktu penggilingan (Gambar 3)



Gambar 3. Ukuran dan jumlah lubang (*screen*) pada *grinding plate*.

Blender adalah salah satu alat pengecilan ukuran untuk bahan berkadar air tinggi. Pada skala rumah tangga, *blender* yang paling umum dipergunakan untuk menghaluskan bahan pangan mulai membuat jus buah, menghancurkan daging dan rempah-rempah. Bagian utama blender terdiri dari adalah *impeller (blade)*, tabung dan motor listrik. Motor listrik adalah sumber tenaga penggerak *impeller* secara rotasi. Fungsi *impeller* adalah untuk membuat aliran turbulent bahan dalam tabung blender yang disertai dengan gerakan yang memotong bahan (lihat gambar 3). *Blender blade* memiliki sirip pisau lebih dari dua buah yang berbeda-beda bentuk mata pisaunya. Kemampuan memotong bahan sangat ditentukan oleh ketajaman mata pisau, kecepatan putaran dan aliran bahan dalam tabung (Gambar 4). Kecepatan gerakan aliran bahan tergantung pada sudut sudu pisau yang dapat menciptakan aliran bahan yang cepat secara vertical dan bersirkulasi di dalam tabung. Karakteristik transformasi aspek fisik yang terjadi pada blender merupakan aplikasi mekanika fluida paksa dimana air sebagai massa kontinyu dapat menggerakkan material padatan (*disperse*) kearah *impeller* dengan arus yang cepat sehingga terjadi tumbukan antar partikel dan dinding dibawah *impeller* disertai proses pemotongan oleh *blade* pada kecepatan putaran yang tinggi(gambar 4). Ikan Tenggiri memiliki kadar air berkisar antara 60 sampai 80 % dan kadar protein 18-22 %, dengan ciri fisik atau tekstur yang kenyal, hal ini sangat membantu dalam proses pengecilan ukuran. Untuk mendapatkan daging ikan yang halus maka gunakan kecepatan putaran *impeller* secara bertahap mulai dari kecepatan yang rendah sampai tinggi dengan tetap memperhatikan ketajaman mata pisau pada *impeller*.



- Keterangan gambar: 1. Aliran turbulen pada permukaan massa zat fase kontinyu dan terdispersi
Kembali mengalir
2. Aliran vertical kebawah secara gravitasi dan hisapan paksa
Impeller dengan kecepatan tinggi
3. Zona aksi fisik tumbukan, pukulan/pemotongan pada ruang *Impeller*
A. Tabung blender B. *Impeller*.

Gambar 4. Aliran fluida proses pengecilan ukuran dengan menggunakan blender

Faktor lain adalah bongkah daging harus terlebih dulu dipotong potong atau dicacah-cacah dalam ukuran yang lebih kecil, untuk mengurangi beban kerja motor listrik pada blender. epung tapioka, sagu dan daging ikan yang terdispersi menjadi partikel yang berukuran kecil dengan berat jenis yang relative sama sangat membantu mempermudah dalam proses penetrasi, pergerakan dan pergeseran partikel agar terdistribusi secara merata pada setiap titik di dalam massa adonan dalam unit operasi pencampuran. Dari deskripsi unit operasi pengecilan ukuran diatas bahwa tujuan unit operasi ini selain memperluas permukaan bahan pangan, mempermudah proses lanjut, juga mengubah bahan baku pangan yang sulit dicerna menjadi produk yang mudah dicerna atau dikonsumsi. Rekayasa proses unit operasi pengecilan ukuran daging ikan secara basah merupakan aplikasi aspek transfer mekanika [5][8]. Transfer mekanika adalah upaya memanfaatkan sumber energi dari tenaga manusia dan motor listrik sebagai pembangkit gaya gerak rotasi, aliran fluida-turbulensi, momentum tumbukan, gesek, geseran, tekanan, penetrasi-pemotongan dan kompresi; sehingga dapat mengkonversi bahan baku menjadi bahan jadi atau siap olah.

2.3.2. Pencampuran

Pencampuran adalah penggabungan atau pembauran dua atau lebih bahan dengan cara menggunakan alat pengaduk (*agitator*), Tujuan dari pencampuran adalah untuk meningkatkan homogenitas bahan. Dalam industry pangan pada unit operasi pencampuran berlangsung proses pindah massa dan terkadang ditambahkan aspek pindah panas. Penerapan pindah panas dengan tujuan mempercepat reaksi dan mengubah tekstur dan bahkan bersinergis untuk tujuan pengecilan ukuran (pencetakan)[5]. Pada pembuatan tekwan unit operasi pencampuran menerapkan aspek pindah massa untuk menggerakkan partikel-partikel/molekul berwujud padat, cair dan gas saling mengisi ruang dan mengikat antar partikel sehingga mencapai massa yang relatif stabil. Massa partikel/molekul yang memiliki proporsi yang lebih banyak dalam suatu campuran disebut fase kontinyu dan yang lebih sedikit disebut fase *disperse*. Metode dan alat pengadukan yang digunakan dalam pencampuran bahan baku adonan tekwan adalah secara manual dengan tangan dan secara mekanis dengan *Mixer*. Dalam proses pencampuran harus memperhatikan wujud bahan yang digunakan untuk mempersiapkan mana yang lebih dahulu harus dicampur sehingga diperoleh homogenitas campuran. Bahan baku pembuatan adonan tekwan merupakan campuran 3 jenis wujud zat yaitu padat, cair dan gas.

Tepung sagu (tapioka),merica dan garam sebagai bahan baku yang merupakan kombinasi antara wujud padat dan gas (pada bagian berpori), walaupun ada zat cair dalam jumlah sangat kecil terikat kuat secara kimia. Daging ikan giling adalah bahan baku utama tekwan yang dominan terdiri zat cair, padat dan gas terperangkap. Bahan yang berwujud cair adalah telur dan air. Selama proses pencampuran masing-masing zat mempunyai transformasi sifat fisik yang berbeda-beda. Sebagai contoh Tepung terigu mempunyai sifat mudah menyerap air (absorpsi) karena sifat adhesive dan difusi dari bagian permukaan pati yang berpori sehingga mudah mengembang. Jika partikel pati telah jenuh dengan air maka telur yang larut dalam air akan mengisi diantara partikel pati yang mengembang. Daging ikan memiliki zat cair yang lebih dominan, sehingga air telah jenuh mengisi partikel serat daging dan ruang antar partikel. Udara (oksigen) dan uap air adalah gas yang terikat dan terperangkap dalam adonan selama proses pencampuran. Sifat *cohesive* dan *adhesive* zat memegang peranan penting dalam proses pencampuran, karena sangat mempengaruhi besarnya tenaga dalam menggerakkan alat pengaduk. Adonan tekwan ternyata merupakan adonan viscoelastic/pasta yang memiliki sifat kekentalan dan

2.3.3. Pencetakan

A

- Motor Lubricator
- Cover Disc in place
- Pressure
- Pressure Release Valve
- Pressure Gauge
- Pressure Switch
- Control Switch

B

- Front Support Stand
- Feeding Scoop
- Feeder (made from old coffee Feeder)

C

The figure consists of three panels labeled A, B, and C. Panel A shows a green electric motor mounted on a wooden frame. Various components are labeled with red arrows pointing to them: 'Motor Lubricator' at the top, 'Cover Disc in place' near the motor base, 'Pressure' on the side, 'Pressure Release Valve' on the bottom right, 'Pressure Gauge' on the front, 'Pressure Switch' on the bottom left, and 'Control Switch' at the very bottom. Panel B shows a mechanical assembly for feeding material into the machine. Labels include 'Front Support Stand' on the left, 'Feeding Scoop' in the center, and 'Feeder (made from old coffee Feeder)' on the right. Panel C shows a white oval plate filled with many small, light-colored, crescent-shaped dumplings.

Gambar 5. Pencetakan adonan tekwan secara mekanis [11]

Ukuran kecil, sedang dan besar masing-masing adalah panjang dan lebar tekwan rata-rata ± 3 cm dan $\pm 2,5$ cm, ± 3 cm dan $\pm 3,5$ cm dan $\pm 3,5$ cm dan ± 4 cm (Gambar 6). Pada permukaan *outlet* lubang cetakan terdapat kawat yang bergerak bolak-balik melintang lubang untuk memotong adonan (Gambar 5B). Untuk memperoleh kapasitas yang setara atau melebihi kapasitas pemotongan secara manual, maka perlu meningkatkan frekuensi langkah pemotongan yang setara atau lebih dari 50-60 langkah per menit. Hal itu akan dapat dilakukan dengan cara merubah kecepatan putaran pada as penggerak sliding cutter menjadi setara atau lebih dari 100-120 rpm, melalui perubahan *diameter pulley* pada motor listrik dan *reducer* atau *diameter gear* pada *sprocket*. Berdasarkan hasil penelitian perubahan tersebut belum dilakukan hanya masih dalam tahap estimasi secara teoritis berkenaan dengan meningkatkan rasio atau perbandingan putaran.

2.3.4. Perebusan

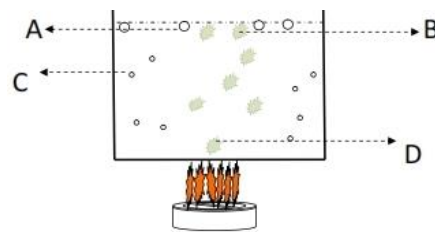
Perebusan adalah salah satu unit operasi pengolahan pangan untuk memanaskan hasil pertanian (pangan dan non pangan) sampai masak dan siap dikonsumsi. Unit operasi Perebusan pada pembuatan tekwan memiliki tujuan 1) selain untuk mematangkan tekwan juga diperoleh output produk dengan sifat organoleptik (warna, rasa, aroma, dan tekstur) dari bahan yang diinginkan 2). Mengenyalkan pati dan protein yang terdapat dalam daging ikan, tepung sagu dan putih telur, 3) mematikan mikroorganisme yang ada di dalam bahan pangan atau mencegah rekontaminasi oleh mikroorganisme. Alat dan bahan yang digunakan untuk merebus adonan tekwan tercetak adalah panci atau kuah yang terbuat dari aluminium yang bersifat ringan ($2,56 \text{ g/cm}^3$), daya hantar panas yang baik ($0,556 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$) dan suhu titik leleh/cair yang cukup tinggi (660°C), sedangkan bahan untuk merebus yaitu air yang memiliki sifat fisik berat jenis 1 g/cm^3 sifat daya hantar panas $0,61 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ dan suhu titik didih 100°C . Air mendidih pada suhu 100°C pada tekanan uap air di udara 1 atmosfer [4]. Sifat thermal-gravity dari panci dan air sangat penting dalam proses transfer panas dalam proses perebusan. Perebusan adalah salah satu unit operasi pengolahan adonan tercetak untuk mendapatkan tekwan yang masak, dengan menerapkan rekayasa proses melalui mekanisme pindah panas secara radiasi (api), konduksi (panci) dan konveksi (air)[3]. media air sebagai penghantar panas secara konveksi. Karakteristik spesifik dalam mekanisme perebusan tekwan menerapkan aspek pindah panas secara konveksi dari media air panas (suhu 100°C) ke permukaan bahan adonan tercetak ($25 - 28^{\circ}\text{C}$) dan konduksi kedalam bahan. Perebusan adonan tekwan tercetak diperlakukan aplikasi kontak panas atau kejutan panas (*Heat shock*) dengan gradient suhu yang sangat tinggi antara suhu bahan yang dimasak ($25-28^{\circ}\text{C}$) dengan media air panas (suhu 100°C)[3][5]. Kontak atau sengatan panas yang dadakan (*drastic*) pada bagian permukaan adonan tekwan tercetak dapat mempercepat koagulasi pati dan protein sehingga menciptakan produk tekwan dengan tekstur yang kenyal (*elastic*) dan lengket (*adhesive*). Sifat koagulasi dan *adhesive* dari pati dan protein menguatkan ikatan partikel tekwan tercetak yang kompak atau terproteksi agar tidak pecah atau terdispersi dalam air pemanas. Massa adonan yang tenggelam dalam air rebusan (Gambar 7-D) ditambahkan minyak goreng untuk mencegah melekatnya permukaan antar adonan tekwan yang mengalami heat shock atau yang telah masak, hal ini oleh karena minyak goreng memiliki berat jenis $0,93 \text{ g/cm}^3$, suhu titik didih 175°C dan daya hantar panas $0,147 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$.



Keterangan: A : Tekwan yang dibentuk dengan garpu, warna putih, ukuran kecil,
B : Tekwan yang dibentuk dengan 1 sendok, warna putih, ukuran sedang,
C : Tekwan yang dibentuk dengan 1 sendok, warna udang, ukuran sedang,
D : Tekwan yang dibentuk dengan 5 jari tangan, warna udang, ukuran sedang,
E : Tekwan yang dibentuk dengan 2 sendok, warna putih, ukuran besar,
F : Tekwan yang dibentuk dengan 5 jari tangan, warna putih keabuan, ukuran sedang,
G : Tekwan yang dibentuk dengan 2 sendok, warna putih keabuan ukuran besar.,
H : Tekwan yang dibentuk dengan garpu, warna putih kekuningan, ukuran kecil..
I : Tekwan yang dibentuk, ditekan dengan ibu jari dan telunjuk, warna putih, ukuran kecil

Gambar 6. Komposisi adonan tekwan dan Bentuk tekwan tercetak setelah perebusan.

Minyak cpo yang dipanaskan dalam air mendidih akan menurun viscositasnya sehingga mudah terdispersi dalam air yang sedang mendidih akibatnya minyak teremulsi dalam air (Gambar 7-C) akan tetapi ada sebagian kecil yang mengambang dipermukaan air (gambar 7-A) . Emulsi minyak dalam air dapat melumasi permukaan adonan tekwan yang bersifat *elastic* dan lengket sehingga tekwan yang direbus tidak saling melekat. Adonan tekwan tercetak yang dikenai kejutan panas akan tenggelam dalam air panas kemudian akan mengambang (*floating*)(Gambar 7-B), hal ini menandakan adonan tekwan telah masak. *Floating* terjadi karena pengembangan massa adonan selama perebusan yang diikuti perubahan berat jenis atau kerapatan sehingga terbentuk pori-pori udara dalam tekwan. Pada unit operasi perebusan adalah rekayasa proses pindah panas memegang peranan untuk mengetahui dan menghasilkan perubahan sifat fisik bahan baku menjadi produk yang memiliki tekstur dan penampilan (warna, bentuk) yang diinginkan [3].

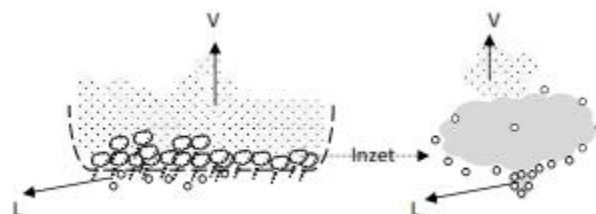


Gambar 7. Skema proses pindah panas dan massa pada unit perebusan

2.3.5. Penirisan dan Pendinginan

Penirisan dan pendinginan adalah peristiwa pindah panas dan massa internal yang berlangsung secara sinergi dalam usaha penurunan kadar air. Faktor eksternal yang mempengaruhi percepatan penurunan kadar air adalah adanya perbedaan antara suhu dan tekanan parsial udara dengan tekanan yang ditiriskan. Penirisan bertujuan untuk menghilangkan air yang terakumulasi pada permukaan tekwan yang basah dan masih panas secara evaporasi dan aliran gravitasi (gambar 8). Air gravitasi adalah akumulasi air yang terikat bebas/lemah dipermukaan tekwan basah dengan air yang melimpas dari pori-pori dipermukaan bahan karena proses pemuain sehingga mengalir bebas secara gravitasi (Gambar 8L). Selama penirisan diikuti proses pendinginan yang merupakan upaya menurunkan suhu bahan dari 100°C menjadi suhu lingkungan udara luar 30°C . Evaporasi adalah peristiwa menguapnya air bebas dan air terikat dipermukaan tekwan basah, yang berlangsung adanya proses pindah massa dan panas dari permukaan tekwan ke udara bebas (Gambar 8V). Berlangsungnya pindah panas dan massa juga terjadi dari dalam ke permukaan bahan. Pergerakan air dalam bahan ke permukaan bahan berlangsung secara difusi, pada waktu pergerakan air secara gravitasi terhenti atau tekwan basah berada dalam kondisi jenuh air.

Difusi berlangsung karena adanya perbedaan konsentrasi pada dinding membrane-selulosa dan pori-pori dibagian permukaan luar dengan dibawah permukaan lapisan luar tekwan basah. Proses difusi sangat dipengaruhi oleh gaya kohesi dan adhesi air pada pembuluh kapiler. Jika ruang pori-pori dipermukaan bahan telah tak terisi oleh air maka berlangsung pergerakan uap air dari ruang pori kedinding membrane selulose secara kondensasi. Pada penirisan dan pendinginan terjadi perubahan peningkatan kekenyalan seiring dengan penurunan kadar air. Tekwan basah yang siap saji setelah penirisan jika lapisan luar tekwan basah tidak bersifat lengket pada kondisi kadar air 50-60%. Tekwan hampir sama dengan pempek dan merupakan jenis makanan basah dengan kadar air tinggi yang dapat mencapai 50-60% dari berat basah tekwan. Kadar air yang tinggi akan memicu aktivitas enzim dan mikrobia yang menyebabkan tekwan hanya tahan disimpan sekitar 3 hari pada suhu kamar[6][7].



Keterangan: L : Air gravitasi adalah air yang merupakan limpasan air terikat bebas dipermukaan tekwan dan pemuain dari dalam bahan secara gravitasi.
V : Uap air dari permukaan tekwan karena penguapan.

Gambar 8. Fenomena pindah panas dan massa pada unit penirisan dan pendinginan.

2.4. Pendekatan Inovasi

Pencanangan pengembangan inovasi teknologi dibidang pangan telah menjadi program pemerintah yang ditetapkan berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang pangan Bab XI Pasal 118 ayat 2 point c dan d, yang menyatakan bahwa c. merekayasa inovasi teknologi dan kelembagaan sistem budi daya tanaman, hewan, dan ikan sebagai sumber pangan yang dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan daya saing, serta melestarikan keanekaragaman hayati; d. merekayasa inovasi teknologi dan kelembagaan pascapanen, pengolahan, dan pemasaran hasil untuk mengembangkan produk Pangan Olahan berbasis Pangan Lokal, peningkatan nilai tambah, pengembangan bisnis Pangan, dan pengayaan komposisi kandungan Gizi Pangan yang aman dikonsumsi;

Berdasarkan penjelasan beberapa unit operasi pada pembuatan tekwan bahwa ditinjau dari perkembangan transformasi aspek teknik pada masing-masing unit operasi maka unit operasi pencampuran telah mendapat sentuhan inovasi teknologi dari secara manual menjadi mekanis. Salah satu unit operasi yang perlu inovasi teknologi dan belum pernah dikembangkan adalah unit operasi pencetakan. Dengan merekayasa transformasi aspek teknik pada unit operasi pencetakan tekwan, diharapkan dapat menghasilkan metode dan alat pencetak tekwan dari cara manual menjadi cara mekanis. Tujuan rekayasa untuk menghasilkan inovasi teknologi yang berkontribusi kepada peningkatan kapasitas produksi, meningkatkan nilai tambah dengan memanipulasi gizi tekstur dan penampilan (bentuk) produk tekwan yang beragam atau seragam sehingga meningkatkan preferensi konsumen. Pada industri pangan pencetakan secara mekanis telah diterapkan pada pembuatan pentolan bakso, kerupuk, roti atau kue. Salah satu alat bantu pencetakan adonan dengan menggunakan screw press dan hidrolik. Metode ekstrusi sebagai pembangkit gaya gerak dan tekanan adonan dalam pencetakan tekwan, sebagai kontribusinya dapat menciptakan inovasi alat pencetak tekwan secara mekanis sebagai produk unggulan daerah dan nasional. Berdasarkan observasi dan survey serta analisis secara deskriptif bahwa melalui identifikasi rekayasa proses beserta transformasinya, maka didapatkan tiga aspek rekayasa proses yang diterapkan pada setiap unit operasi pembuatan tekwan yaitu aspek transfer mekanika, transfer massa dan transfer massa. Secara umum peran rekayasa proses (mekanis dan operasional) untuk mempertahankan dan merubah sifat fisik bahan baku pangan dengan tujuan:

1. Mencegah kerusakan bahan baku karena sifat biologis dan kehilangan hasil (mubazir-over produksi) dengan prioritas aplikasi aspek rekayasa proses penanganan panen dan pascapanen hasil pertanian.
2. Mengawetkan bahan baku pangan agar dapat disimpan dalam waktu lama sebagai cadangan (stok) bahan baku dengan prioritas aspek rekayasa proses pascapanen dan pengolahan pangan.
3. Menciptakan produk bahan baku pangan yang memiliki sifat fisik, kimia dan tekstur agar mudah dikonsumsi atau dicerna dengan prioritas aspek rekayasa proses pengolahan pangan.
4. Menciptakan keragaman produk dengan tujuan meningkatkan nilai gizi, penampilan dan tekstur atau merupakan kombinasi ketiganya dengan prioritas aspek rekayasa proses pengolahan pangan

Kesimpulan

1. Aplikasi rekayasa proses pada beberapa unit operasi pembuatan tekwan adalah aspek transfer mekanika, panas dan massa.
2. Transfer mekanika adalah penyaluran tenaga manual, semimekanis maupun mekanis yang dikonversi untuk menciptakan gaya gerak memotong, rotasi, tumbukan, gesekan, geseran, penetrasi, tekanan, kompresi dan aliran fluida.
3. Transfer mekanika ini berlangsung pada unit operasi pengecilan ukuran, pencampuran (*agitator*) dan pencetakan untuk mengatasi sifat fisik bahan yaitu keras, liat, kental
4. Transfer panas untuk memasak adonan tekwan menerapkan tiga mekanisme pindah panas atau kombinasinya yaitu radiasi, konduksi dan konveksi.
5. Teknik proses pemanasan diberlakukan untuk mengubah sifat fisikokimia bahan baku produk seperti penguapan, koagulasi protein, gelatinisasi pati, menginaktifkan *enzyme* dan mikroorganisme.
6. Transfer panas diaplikasikan pada unit operasi perebusan, penirisan, pendinginan dan diikuti perpindahan massa.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Sriwijaya, Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat atas pendanaan dan tersusunnya artikel ini sebagai output pelaksanaan penelitian Unggulan Kompetitif anggaran tahun 2018. Terima kasih pula diucapkan kepada Panitia Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi Di Industri (SENIATI) tahun 2019 Hasil Penelitian dan Pengabdian, yang telah menerima artikel sebagai makalah dalam Tema “Inovasi dan Aplikasi Teknologi Berkelanjutan di Era Revolusi Industri 4.0.

Daftar Pustaka

- [1]. Willhelm,Luther,R; Dwayne.A.Suter and Gerald.H.Brusewitz. 2005. *Food and Process Engineering Technology Textbook*. American Society of Agricultural Engineers. St,Joseph, Michigan: ASAE. ISBN: 1-892769-43-3.
- [2]. Malcolm C.Bourne. 2002. *Food Texture and viscosity: Concept and Measurement*. New York State Agricultural Experiment Station an Institute of Food Science. Cornell University. Geneva. New York. ISBN 0-12-119062-5
- [3]. Hans D. Boehr and Karl. S. 2011. *Heat and Mass Transfer*. Springer Heidelberg Dordrecht London. New York. ISBN: 978-3-642-20020-5.
- [4]. Nikunja B. Dash and Mahendra K.Mahanty. 2007. *Concepts and Aplication In Agricultural Engineering*. Published by International Book Distributing Co. ISBN: 978-81-8189-139-6. India.
- [5]. Zeki Berk. 2009. *Food Processing Engineering and Technology*. Academic Press is an imprint of. ISBN: 978-0-12-373660-4.
- [6]. Rio Danar H.K, Dasir. 2017. Studi Berbagai Jenis Bahan Pengembang Terhadap *Reabsorpsi* TekwanKering Ikan Gabus. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian UniversitasMuhammadiyah Palembang. Jurnal Edible VI-1:36-45. Palembang. ISSN 2301 - 4199
- [7]. Filli Pratama, Kiki Yulianti dan Idar Oktarina. Tekwan Kering Cepat Saji dan Metode Pembuatannya dengan Aplikasi Pembekuan. **Nomor Paten: P00200300567 (ID P 0020359)**
- [8]. Albert Ibarz, Gustavo V.Barbosa-Cánovas. 2003. *Unit Operations in Food Engineering*. Published by CRC Press. London. ISBN 1-56676-929-9
- [9]. Liberty.J.T, C.O. Akubuo, W.I. Okonkwo, and D.I. Kwino. 2015. *The Role of Unit Operations in Agricultural Products Processing*. International Journal of Innovation and Scientific ResearchISSN 2351-8014 Vol. 13 No. 2 615-627
- [10]. Yasa Reksa Wiyata, Adama Pasajadi dan Rachmansyah. 2018. Rancang Bangun Mesin Pencetak Tekwan *Otomatis*. <http://eprints.mdp.ac.id/id/eprint/2425>.
- [11]. Merle C.P,David C.W,Bassem M, and Tom I-P.S. 2012. *Mechanical Fluids*. Library of Congress Control Number ISBN-10: 0-495-66773-0. Stamford. USA.