

**PENGARUH TEGANGAN DC TERHADAP PROSES
DEWATERING PASTA TOMAT MENGGUNAKAN
METODE ELECTROOSMOSIS DEWATERING (EOD)**

SKRIPSI

Tugas Akhir Berbentuk Karya Ilmiah Kompetitif

Oleh:

KAMSIATUN EKA PRATAMA

155100201111010



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

2019

**PENGARUH TEGANGAN DC TERHADAP PROSES
DEWATERING PASTA TOMAT MENGGUNAKAN
METODE ELECTROOSMOSIS DEWATERING (EOD)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh:

KAMSIATUN EKA PRATAMA

155100201111010



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul TA : PENGARUH TEGANGAN DC
TERHADAP PROSES DEWATERING
PASTA TOMAT MENGGUNAKAN
METODE *ELECTROOSMOSIS*
DEWATERING (EOD)

Nama Mahasiswa : Kamsiatun Eka Pratama
NIM : 155100201111010
Jurusan : Keteknikan Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing Pertama, Pembimbing Kedua,

Dr. Ir. Anang Latriyanto, M.Si Joko Prasetyo, STP, M.Si

NIP. 19621004 199002 1 001 NIK. 2015048607301001

Tanggal Persetujuan : Tanggal Persetujuan :



LEMBAR PENGESAHAN

Judul TA : PENGARUH TEGANGAN DC
TERHADAP PROSES DEWATERING
PASTA TOMAT MENGGUNAKAN
METODE ELECTROOSMOSIS
DEWATERING (EOD)

Nama Mahasiswa : Kamsiatun Eka Pratama
NIM : 155100201111010
Jurusan : Keteknikan Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing Pertama,

Dr. Ir. Anang Lastriyanto, M.Si

NIP. 19621004 199002 1 001

Pembimbing Kedua,

Joko Prasetyo, STP, M.Si

NIK. 2015048607301001



La Choviya Hava, STP, MP, Ph.D

NIP. 19780307 200012 2 001

Tanggal Lulus TA:

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Kamsiatun Eka Pratama yang dilahirkan di Pacitan pada tanggal 25 Juli 1997 dari ayah yang bernama Bonandi dan ibu Tumarti. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN Wonoasri 1 pada tahun 2009, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Tingkat Pertama di SMPN 2 Ngadirojo dengan tahun kelulusan 2012, dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Ngadirojo pada tahun 2015.

Pada tahun 2019 penulis telah berhasil menyelesaikan pendidikannya di Universitas Brawijaya Malang Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Pada masa pendidikannya penulis aktif dalam berbagai kepanitiaan, organisasi, serta kepenulisan. Pada tahun 2016 hingga tahun 2017 penulis aktif sebagai panitia Workshop of Renewable Energy 2016 dan 2017 dan Agriculture Enengineering Event 2016 yang dilaksanakan di jurusan keteknikan pertanian. Selain itu penulis juga aktif mengikuti organisasi Agriculture Engineering Energy Team (AGEENT) pada masa kepengurusan 2016 hingga tahun 2018 sebagai staff biodiesel, ketua bidang infokom dan ketua bidang biodiesel. Penulis juga aktif dalam bidang kepenulisan, yang mana pada kompetisi Program Kreativitas Mahasiswa tahun 2016-2017 penulis memperoleh juara 1 bidang presentasi dalam PIMNAS 30, juara 2 Agritech Innovation Championship kategori PKM-KC dan juara 3 Agritech Innovation Championship kategori PKM-T. Pada lomba karya tulis ilmiah, penulis juga mendapatkan juara 1 lomba karya tulis ilmiah nasional MARSS 5 di Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2018 dan juara 2 lomba karya tulis ilmiah nasional Indonesia Paper Competition (IPC) 2018 di Universitas Negeri Semarang. Pada kompetisi Internasional, penulis mendapatkan medali perunggu dalam kompetisi Malaysia Technology Expo 2019.



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

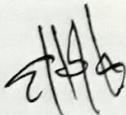
Nama Mahasiswa : Kamsiatun Eka Pratama
 NIM : 155100201111010
 Jurusan : Keteknikan Pertanian
 Fakultas : Teknologi Pertanian
 Judul TA : PENGARUH TEGANGAN DC
 TERHADAP PROSES *DEWATERING*
 PASTA TOMAT MENGGUNAKAN
 METODE *ELECTROOSMOSIS*
DEWATERING (EOD)

Menyatakan bahwa,

TA dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut diatas. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 14 Juni 2019

Pembuat Pernyataan,



Kamsiatun Eka Pratama

NIM 155100201111010

KAMSATIUN EKA PRATAMA. 155100201111010. PENGARUH TEGANGAN DC TERHADAP PROSES DEWATERING PASTA TOMAT MENGGUNAKAN METODE *ELECTROOSMOSIS DEWATERING (EOD)*. SKRIPSI. Pembimbing: Dr. Ir. Anang Latriyanto, M.Si dan Joko Prasetyo, STP, M.Si

RINGKASAN

Tingginya tingkat produksi membuat tomat termasuk buah yang populer dan banyak dikonsumsi masyarakat. Selain populer, buah ini juga mengandung sejumlah nutrisi penting untuk tubuh seperti, karbohidrat, vitamin C, vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, likopen, zat besi, serat, mineral, dan lain sebagainya. Disisi lain, tomat termasuk buah klimaterik, yang mana proses pematangan masih dapat terjadi setelah buah dipanen dari pohonnya, sehingga buah ini akan membusuk jika tidak segera dikonsumsi. Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan pengolahan buah tomat menjadi produk potensial, salah satunya yaitu pasta tomat. Umumnya pembuatan pasta tomat dilakukan dengan proses evaporasi untuk menghilangkan sebagian kadar air. Namun proses evaporasi melibatkan pemberian panas yang dapat merusak kandungan pasta tomat itu sendiri.

Electroosmosis dewatering (EOD) merupakan metode dalam pengurangan kadar air dengan menempatkan suspensi koloid diantara dua elektroda. Metode ini menjadi hal yang menarik untuk memekatkan suspensi pasta buah yang peka terhadap panas. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruh elektroosmosis terhadap pengurangan kadar air pada pasta buah tomat dengan variasi tegangan DC selama 100 menit. Dalam penelitian ini variasi tegangan DC yang digunakan adalah 0 V, 4.5 V, 9 V, 18 V dan 36 V dengan waktu proses 100 menit. Parameter yang diukur berdasarkan variasi tersebut adalah perubahan arus DC selama proses EOD dan kadar air pasta tomat sebelum dan setelah proses EOD.

Pengukuran arus listrik DC dilakukan pada variasi waktu 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 menit proses.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus listrik DC semakin menurun dengan semakin lama waktu proses, dan semakin meningkat dengan adanya peningkatan tegangan yang diberikan. Semakin meningkatnya tegangan DC yang diberikan, maka kadar air pasta tomat semakin berkurang, sehingga tegangan terbaik untuk proses *dewatering* adalah 36 V.

Kata Kunci: *Electroosmosis dewatering*, Pasta tomat, Tegangan DC



KAMSIATUN EKA PRATAMA. 155100201111010. EFFECT OF DC VOLTAGE ON TOMATO PASTE DEWATERING PROCESS USING ELECTROOSMOSIS DEWATERING (EOD) METHOD. SKRIPSI. Supervisor: Dr. Ir. Anang Lastryanto, M.Si and Joko Prasetyo, STP, M.Si

SUMMARY

The amount of tomato production, making tomatoes become popular fruit and consumed by many people. Besides being popular, this fruit also contains important nutrients for the body, such as carbohydrates, vitamin C, vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, lycopene, iron, fiber, minerals, and so on. On the other hand, tomatoes are climatic fruit, which is the ripening process can occur after the fruit is harvested, so this fruit will rot if not consumed immediately. Based on these conditions it is necessary to process tomatoes into potential products, one of them is tomato paste. Generally the making of tomato paste is done by the evaporation process to remove some of the water content. But the evaporation process requires heat, which can damage the content of tomato paste

Electroosmosis dewatering (EOD) is a method for reducing water content by placing colloidal suspensions between two electrodes. This method is interesting for concentrating the suspension of fruit pastes that are sensitive to heat. Based on this, research is needed to determine the effect of electroosmosis on reducing water content in tomato paste, with DC voltage variations for 100 minutes. In this study, DC voltage variations used were 0 V, 4.5 V, 9 V, 18 V and 36 V with 100 minutes processing time. The parameters measured based on these variations are changes in DC current during the EOD process and water content of tomato paste before and after the EOD process. The measurement of DC electric current is carried out at a time variation of 0, 20, 40, 60, 80, and 100 minutes.

The results showed that DC electric current decreases with the longer processing time, and increases with increasing



voltage. The increasing DC voltage is given, the tomato paste water content decreases, so the best DC voltage for the tomato paste dewatering process is 36 V.

Keywords: Electroosmosis dewatering, DC voltage, Tomato Paste



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis haturkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal Tugas Akhir yang berjudul “PENGARUH TEGANGAN DC TERHADAP PROSES *DEWATERING* PASTA TOMAT MENGGUNAKAN METODE *ELECTROSMOSIS DEWATERING* (EOD)”. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas karunia yang selalu diberikan kepada penulis semoga tetap selalu bersyukur.
2. Orang tua dan selalu memberikan dukungan dan semangat dalam bentuk apapun, mendoakan tanpa henti, kasih sayang dan nasehat hingga terselesainya proposal tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Anang Lastriyanto, M.Si selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, ilmu pengetahuan, dan nasehat sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir.
4. Bapak Joko Prasetyo STP, M.Si selaku dosen pembimbing kedua serta pembimbing pertama PKM KC ELEGAN CAFE yang telah memberikan bimbingan, ilmu pengetahuan dan nasehat sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
5. Ibu La Choviya Hawa, STP, MP, PhD selaku Ketua Jurusan Keteknikan Pertanian dan Ibu Dr. Eng. Evi Kurniati, MT selaku Sekretaris Jurusan Keteknikan Pertanian Universitas Brawijaya, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.
6. Seluruh tim ELEGAN CAFE yang telah membantu dan berjuang dalam Program Kreativitas Mahasiswa tahun 2017 sehingga membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

7. Sahabat-sahabat dari kecil hingga SMA yaitu Hevy, Nur, Elin, Intan, Mega dsb yang telah memberikan semangat dan doa demi kelancaran tugas akhir ini

1. Khususnya Keluarga Besar Teknik Bioproses angkatan 2015 dan teman-teman jurusan TEP 2015 atas kekeluargaan dan bantuan yang diberikan kepada penulis, serta semua pihak yang telah memberikan semangat kepada penulis dalam penyelesaian proposal tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa proposal Tugas Akhir ini masih belum sempurna dan banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pihak pembaca.

Malang, 12 Juni 2019

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
RIWAYAT HIDUP	vi
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tomat.....	4
2.2 Pasta Buah Tomat.....	5
2.3 <i>Electroosmosis Dewatering</i> (EOD).....	6
2.4 Kadar Air.....	8
2.5 Neraca Massa.....	9
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	11
3.2 Alat dan Bahan.....	11
3.3 Skematik Proses.....	12
3.4 Rancangan Pengujian.....	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Sistem <i>Electroosmosis Dewatering</i> Pasta Tomat.....	19
4.2 Pengaruh Proses <i>Electroosmosis Dewatering</i> (EOD) Terhadap Arus Listrik.....	21
4.3 Kadar Air Pasta Tomat dengan Adanya Sistem <i>Electroosmosis Dewatering</i> (EOD).....	23
4.4 Neraca Massa.....	27



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 29

5.2 Saran 30

DAFTAR PUSTAKA 31

LAMPIRAN 34



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rancangan tabel pengukuran perubahan arus dc selama 100 menit proses EOD 16

Tabel 3.2 Rancangan Pengujian Kadar Air Pasta Tomat 17



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mekanisme Elektroosmosis 7

Gambar 3.1 Skema Proses *Electroosmosis Dewatering*..... 12

Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Pasta Tomat..... 14

Gambar 3.3 Skema Proses Pengukuran Arus DC pada Sistem EOD 15

Gambar 3.4 Diagram Alir Pengujian Kadar Air Pasta Buah ... 18

Gambar 4.1 Rangkaian Listrik Sistem Electroosmosis Dewatering dan Bagian-bagiannya 20

Gambar 4.2 Skema Proses Electroosmosis Dewatering..... 20

Gambar 4.3 Wadah Proses Electroosmosis Dewatering 21

Gambar 4.4 Grafik Perubahan Arus Terhadap Lama Proses Electroosmosis Dewatering (EOD)..... 22

Gambar 4.5 Reaksi Elektrolisis yang Terjadi Pada Proses Electroosmosis 23

Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Tegangan Terhadap Kadar Air Pasta Tomat 24

Gambar 4.7 Kenampakan Pasta Tomat Setelah Proses Electroosmosis Dewatering (a) tegangan 0 V (b) tegangan 4.5 V (c) tegangan 9 V (d) tegangan 18 V (e) tegangan 36 V 26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perubahan Arus Dc Terhadap Lama Proses..	34
Lampiran 2. Data Pengaruh Pemberian Tegangan Terhadap Kadar Air Pasta	35
Lampiran 3. Dokumentasi Proses Elektroosmosis Dewatering...	37
Lampiran 4. Kenampakan Air Hasil EOD	39
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian	41
Lampiran 6. Surat Keterangan Bebas Skripsi PIMNAS 30	43



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tomat (*Solanum lycopersicum*) termasuk komoditas hortikultura yang banyak tersebar di Indonesia. Pada tahun 2017 produksi tomat di Indonesia meningkat sebesar 9.01% dibandingkan tahun 2016 dengan total produksi 962.849 ton (Suharyanto, 2018). Tingginya tingkat produksi membuat tomat termasuk buah yang populer dan banyak dikonsumsi masyarakat. Menurut data Badan Pusat Statistik, pada tahun 2016 konsumsi tomat oleh masyarakat mencapai mencapai 4.46 kg per kapita per tahun (BPS, 2017). Selain populer, buah ini juga mengandung sejumlah nutrisi penting untuk tubuh seperti, karbohidrat, vitamin C, vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, likopen, zat besi, serat, mineral, dan lain sebagainya. Disisi lain, tomat termasuk buah klimaterik, yang mana proses pematangan masih dapat terjadi setelah buah dipanen dari pohonnya, sehingga buah ini akan membusuk jika tidak segera dikonsumsi. Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan pengolahan buah tomat menjadi produk potensial, salah satunya yaitu pasta tomat.

Pengolahan pasta tomat dimulai dengan pencucian hingga proses *canning*, yang mana prinsip pembuatannya adalah menghilangkan sebagian kadar air dalam pasta buah sehingga membentuk suspensi yang terkonsentrat. Umumnya dalam pembuatan konsentrat buah menggunakan *single* atau *multistage evaporation*. Pada proses evaporasi, rasa dan warna jus buah dapat berubah karena adanya proses pemanasan, seperti pada jus tomat yang mana terdapat degradasi senyawa *lycopene*, yaitu pewarna alami dalam buah yang juga dianggap sebagai agen anti kanker (Jumah *et al.*, 2007). Oleh karena itu, diperlukan adanya penelitian terhadap teknologi evaporasi pasta buah tomat tanpa menggunakan pemanasan, sehingga dapat mereduksi kerusakan nutrisi akibat pemberian panas.

Electroosmosis dewatering (EOD) merupakan metode dalam pengurangan kadar air dengan menempatkan suspensi koloid diantara dua elektroda. Metode ini menjadi hal yang menarik

untuk memekatkan suspensi pasta buah yang peka terhadap panas. Pengurangan kadar air dengan metode elektroosmosis didasarkan pada arus listrik DC yang akan mengikat air dan membawanya bergerak mengikuti arah aliran listrik dari elektroda positif (anoda) menuju elektroda negatif (katoda). Fenomena inilah yang dapat menyebabkan air pada koloid atau suspensi mengalir sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengurangi kadar air pada pasta buah. Berdasarkan fenomena tersebut, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruh elektroosmosis terhadap pengurangan kadar air pada pasta buah tomat dengan variasi tegangan DC selama 100 menit. Parameter yang diukur meliputi perubahan arus DC selama proses dewatering dan kadar air pasta buah tomat.

1.2 Rumusan Masalah

2. Bagaimana metode *dewatering* pasta buah tomat menggunakan metode elektroosmosis
3. Bagaimana pengaruh tegangan DC yang diberikan terhadap perubahan arus DC selama proses *electroosmosis*?
4. Bagaimana pengaruh besarnya tegangan terhadap kadar air pasta tomat?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang metode pengurangan kadar air pasta buah tomat menggunakan metode elektroosmosis *dewatering*
2. Menganalisa pengaruh tegangan DC terhadap perubahan arus DC selama proses elektroosmosis
3. Menganalisa besarnya tegangan terhadap kadar air pasta tomat

1.4 Manfaat Penelitian

Sehubungan dengan penelitian yang dilakukan, diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut

1. Untuk penulis

a. Memperluas wawasan dan pandangan penulis terhadap penerapan teknik pengurangan kadar air pada pasta buah tanpa menggunakan panas

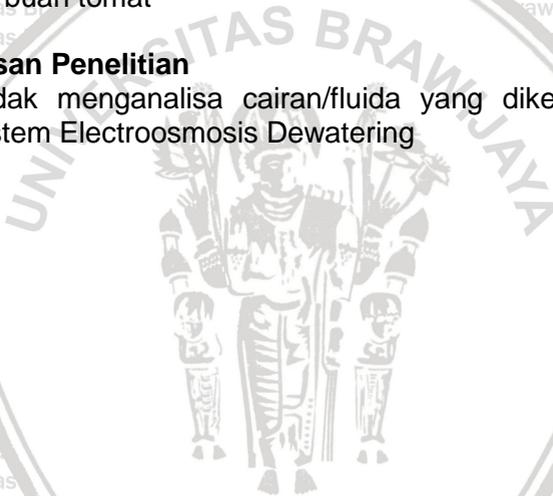
b. Untuk mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi dengan membuat laporan penelitian secara ilmiah dan sistematis

2. Untuk masyarakat

a. Memberikan wawasan tentang metode lain dalam pengurangan air pada pengolahan pangan pada pasta buah tomat

1.5 Batasan Penelitian

1. Tidak menganalisa cairan/fluida yang dikeluarkan dari sistem Electroosmosis Dewatering



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum*) merupakan salah satu produk hortikultura yang berpotensi, menyehatkan dan mempunyai prospek pasar yang cukup menjanjikan. Disisi lain, buah tomat termasuk ke dalam kelompok buah klimaterik, buah klimaterik akan tetap melakukan proses metabolisme walaupun sudah dipetik dari batangnya. di mana respirasi buah tersebut akan meningkat secara drastis sampai batas optimum lalu respirasi buah tersebut akan menurun. Hubungan respirasi pada buah dengan perkembangan penyakit adalah bila respirasi buah meningkat berarti pematangan buah akan lebih cepat dalam arti buah lebih lunak dan yang pasti kandungan air dalam buah tersebut meningkat sehingga akan memacu perkembangan pathogen (Nurhayati *et al.*, 2010).

Dalam bentuk segar maupun olahan tomat memiliki komposisi zat gizi yang cukup lengkap dan baik. Buah tomat terdiri dari 5-10% berat kering tanpa air dan 1 persen kulit dan biji. Jika buah tomat dikeringkan, sekitar 50% dari berat keringnya terdiri dari gula-gula pereduksi (terutama glukosa dan fruktosa), sisanya asam-asam organik, mineral, pigmen, vitamin dan lipid. Secara taksonomi, tanaman tomat digolongkan sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Trachebionta</i>
Divisio	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Solanales</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i>
Genus	: <i>Solanum</i>
Species	: <i>Solanum Lycopersicum</i> (Maulida dan Zulkarnaen, 2010).

Buah tomat yang masak memiliki warna jingga hingga merah. Warna jingga pada buah tomat menunjukkan adanya kandungan karotin yang berperan sebagai provitamin A, sedangkan warna merah menunjukkan kandungan *lycopene*,



yang mana senyawa ini merupakan kandungan utama dalam buah tomat maupun olahannya yang dapat menjadi senyawa anti kanker. Setiap 100 gram buah tomat memiliki kandungan dan komposisi gizi yang cukup lengkap dan baik. Namun, kandungan nutrisi buah tomat yang menonjol dari adalah vitamin A dan C. Selain vitamin tersebut juga terdapat kandungan lain seperti karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B1, vitamin B2, dan lain sebagainya (Fitri, 2007).

2.2 Pasta Buah Tomat

Pasta buah merupakan produk kental yang dibuat dengan menguapkan air dari pasta buah sehingga dihasilkan produk dengan kandungan zat padat yang tinggi. Pasta buah merupakan produk intermediate (produk antara) yang dapat digunakan secara luas dalam industri makanan dan minuman sehingga mempercepat perkembangan pangan fungsional (Mayasari, 2009). Pasta tomat merupakan bahan baku dalam pembuatan saus tomat dan bahan tambahan dalam proses pengalengan ikan, daging, sayuran dan lainnya. Pasta tomat berbentuk cairan yang diperoleh dari tomat matang dengan atau tanpa pemanasan dan terbebas dari kulit dan bijinya serta mengandung total padatan tidak kurang dari 24% (Gould, 1992 dalam Setiyoningrum dan Surahman, 2009). Pembuatan pasta tomat menggunakan teknik evaporasi yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam suspensi tomat. Pasta ini menjadi salah satu produk intermediate olahan tomat yang akan diolah lebih lanjut menjadi saos tomat (Sutedja, 2011).

Pembuatan pasta tomat meliputi sortasi buah tomat, pembersihan, blansing, pengupasan kulit, penghancuran, penyaringan, penambahan tepung maizena dan asam sitrat, pemanasan dan pengemasan. Penambahan asam sitrat dalam industri pengolahan pangan yaitu sebagai penguat rasa, pengawet, pencegah kerusakan warna dan aroma, dan sebagai pengatur pH karena dapat menurunkan pH dalam bahan pangan sehingga menurunkan resiko tumbuhnya mikroba yang dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan (Winarno, 2002).



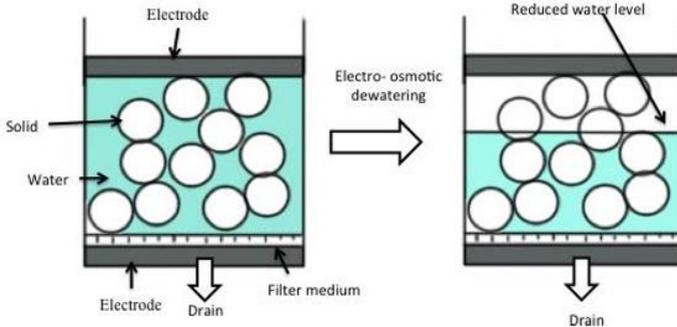
Menurut penelitian yang telah dilakukan Bella (2002) pembuatan pasta ini dimulai dengan pemilihan tomat segar dalam keadaan matang, yang ditandai dengan warna tomat yang berwarna merah atau merah agak oranye secara menyeluruh. Tomat dicuci dengan menggunakan air bersih, kemudian dibersihkan dari bagian-bagian pangkal tomat yang berwarna kehijauan yang dapat merusak kualitas warna dari pasta, setelah itu tomat dibuang bijinya. Langkah selanjutnya yaitu mencelupkan tomat ke dalam air bersuhu 70 °C selama 2.5 menit. Perlakuan ini disebut juga *blanching*, yang bertujuan untuk menginaktifkan enzim. Penetapan waktu blanching ini didasarkan pada penelitian Kertati (1991) yang menyatakan tomat segar hasil blanching selama 2.5 menit tidak mengalami perubahan warna dan sudah mudah dikuliti. Sedangkan, suhu blanching ditetapkan berdasarkan pernyataan Harris dan Karmas (1989) yang mengatakan untuk menginaktifkan enzim pectin esterase, suhu air blanching harus lebih tinggi dari 66 °C tetapi kurang dari 82 °C.

2.3 Electroosmosis Dewatering (EOD)

Mekanisme dewatering dengan elektro-osmosis cukup berbeda dari mekanisme dewatering yang telah digunakan secara konvensional. Dewatering elektroosmotis memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan dewatering mekanis dan sangat efektif untuk lumpur yang hampir tidak dapat dikeringkan seperti Partikel yang sangat halus dan bahan gelatin (Yoshida, 2007). Pengeringan elektroosmotis (EOD) merupakan pengeringan yang dilakukan dengan menerapkan medan listrik eksternal dalam kondisi arus searah (DC) pada bahan semi-padat yang ditempatkan di antara dua elektroda (Nair *et al.*, 2013). Adanya medan listrik pada elektroosmosis menyebabkan terjadinya pergerakan air yang terdapat pada media berpori. Transport elektroosmosis air melalui media adalah hasil dari kation lapisan ganda yang tersebar pada pori-pori media yang kemudian tertarik menuju katoda (elektroda negatif). Ketika kation ini bergerak menuju katoda (elektroda negatif), maka molekul air yang menggumpal disekitar kation akan terbawa



menuju katode sebagai konsekuensi dari sifat dipolar air (Nanjundaswamy, 2015). Adapun mekanisme elektroosmosis tampak pada **Gambar 2.1**



Gambar 2.1. Mekanisme Elektroosmosis
 Sumber: Nair *et al*, 2013

Chen *et al.* (1996) meneliti pengaruh tegangan terhadap elektroosmosis dewatering pada tailing tambang. Sampel diuji pada variasi tegangan 10, 20 dan 30 V. Adapun hasilnya menunjukkan bahwa, ketika tegangan dinaikkan, maka persentase dewatering akan meningkat. Pada tegangan 10 V penghilangan air sebesar 25%, sedangkan pada tegangan 30 V menjadi 45%. Zhou *et al.* (2001) juga telah meneliti efek dari tegangan yang diberikan pada EOD sampel lumpur aktif. Persentase tertinggi air yang dapat dihilangkan mencapai 60% pada tegangan 80 V dan persentase terendah sebesar 40% pada tegangan 20 V. Shang dan Lo (1997) mempelajari variasi dari tegangan yang diterapkan pada EOD dari tanah liat fosfat. Hasilnya menunjukkan bahwa peningkatan tegangan yang diterapkan menghasilkan peningkatan persentase air yang dihilangkan.

2.4 Kadar Air

Kadar air merupakan persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berdasarkan berat kering (*dry basis*). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100%, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100%. Kadar air suatu bahan biasanya dinyatakan dalam persentase berat bahan basah, misalnya dalam gram air untuk setiap 100 gr bahan disebut kadar air berat basah. Berat bahan kering adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan selama beberapa waktu tertentu sehingga beratnya konstan (Ahmad, 2014).

Kadar air dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur, dan cita rasa pada bahan pangan, sehingga menjadi salah satu parameter penting pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut, kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan. Semakin tinggi kadar air pada bahan pangan, maka semakin cepat proses pembusukan terjadi. Penurunan kadar air akan menghambat laju pertumbuhan mikro organisme, yang berarti memperlambat laju pembusukan serta reaksi kimia dan enzimatik yang mengeringi (Nurhuda, 2018). Menurut literature Bella (2002) menyatakan bahwa pasta buah tomat impor dengan merk Heinz memiliki kadar air sebesar 77%, Del Monte 78.2% dan S & W sebesar 78.3%.

Terdapat beberapa metode untuk menentukan kadar air dalam bahan, tergantung pada sifat bahan yang akan dianalisis. Metode tersebut yaitu, metode pengeringan (dengan oven biasa), metode destilasi, metode kimia, dan metode khusus seperti refractometer. Prinsip kerja pengujian kadar air dengan metode oven adalah dengan mengeringkan sampel di dalam oven antara kisaran suhu 100° C-105° C sampai diperoleh berat yang tetap dari sampel yang diujikan. Presentase kadar air dari sampel dihitung dengan rumus dibawah ini

$$\text{Berat cawan kosong (gr)} = W0$$

$$\text{Berat sampel (gr)} = W1$$



Berat cawan + sampel kering = W_2
Berat sampel setelah kering (gr) = $W_3 = W_2 - W_0$
Kehilangan berat (gr) = $W_4 = W_1 - W_3$
Persen kadar air (wet basis) = $\frac{W_4}{W_1} \times 100\%$ (Sari *et al*, 2019).

2.5 Neraca Massa

Neraca massa adalah suatu perhitungan yang tepat dari semua bahan-bahan yang masuk, yang terakumulasi dan yang keluar dalam waktu tertentu. Pernyataan tersebut sesuai dengan hukum kekekalan massa yakni: massa tak dapat dijelmakan atau dimusnahkan. Prinsip umum neraca massa adalah membuat sejumlah persamaan-persamaan yang saling tidak tergantung satu sama lain, dimana persamaan-persamaan tersebut jumlahnya sama dengan jumlah komposisi massa yang tidak diketahui (Wuryanti, 2016).

Neraca massa menunjukkan aliran massa yang terjadi selama proses berlangsung dalam satuan waktu (misalnya setahun, sebulan, sehari, dsb). Perhitungan neraca massa yang dilakukan oleh ahli teknik kimia memiliki tujuan yang sangat penting dalam melakukan desain atau evaluasi suatu proses. Beberapa tujuan yang ingin dicapai melalui perhitungan neraca massa, diantaranya adalah meningkatkan efisiensi proses, menjaga konsistensi produksi, menurunkan pembuangan limbah ke lingkungan, serta melakukan rekayasa proses untuk inovasi produk. Melalui neraca massa seseorang dapat memahami serta dapat melakukan evaluasi proses yang terjadi (Oktavian dan Saptati, 2017).

Dalam konsep neraca massa terdapat istilah sistem. Sistem merupakan sebagian atau seluruh proses yang dikaji atau ditinjau atau diamati atau dianalisis. Penentuan sistem dapat dilakukan pada suatu alat (misalnya reaktor, separator, dsb) atau ditunjukkan dengan membuat batas sistem (*boundary system*). Sistem terdapat 2 jenis, yaitu sistem tertutup dan sistem terbuka. Sistem tertutup merupakan suatu sistem dimana tidak ada aliran massa keluar maupun masuk. Pada sistem tertutup, perubahan



dapat terjadi di dalam sistem, namun tidak ada pertukaran massa dengan lingkungan di luar sistem. Sedangkan pada sistem terbuka terdapat perpindahan massa yang melewati batas sistem (Oktavian dan Saptati, 2017).



III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Waktu penelitian dan penyelesaian tugas akhir ini dilaksanakan pada bulan Januari 2019 hingga Juni 2019. Pembuatan rangkaian sistem elektroosmosis dan uji arus listrik DC dilakukan di CV. Inovasi Anak Negeri kota Malang, sedangkan penelitian dan pengujian kadar air pasta tomat dilakukan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian dan Laboratorium Daya dan Mesin Pertanian FTP UB.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini beserta fungsinya adalah sebagai berikut:

1. Oven Metler : untuk mengeringkan pasta pada pengukuran kadar air U30
2. Blender NGY-T10GN : untuk mengecilkan ukuran buah tomat
3. Sistem Elektroosmosis : untuk proses dewatering pasta tomat
4. Multimeter Digital : untuk mengukur arus dan tegangan listrik dc
5. Spatula : untuk mengambil sampel pasta tomat
6. Timbangan analitik : untuk menimbang massa sampel dan cawan alumunium
7. Cawan alumunium : sebagai wadah sampel saat pengukuran massa pasta tomat
8. Botol sampel 50 ml : sebagai wadah sampel uji pengujian kadar air
9. Pisau : sebagai alat pemotong buah tomat



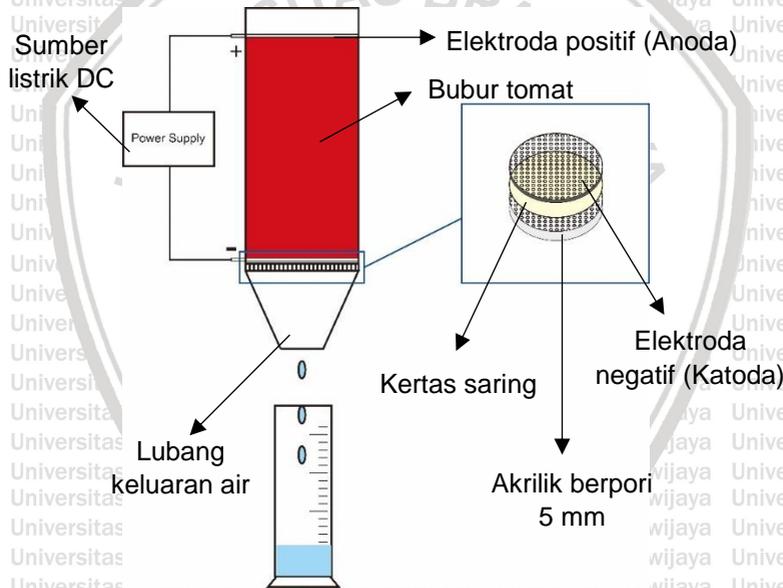
3.2.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan beserta fungsinya dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Buah tomat : sebagai bahan baku pasta buah

3.3 Skematik Proses

Skema proses elektroosmosis sebagai metode dewatering pasta buah tomat tampak pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Skema Proses *Electroosmosis Dewatering*

Gambar 3.1 menunjukkan skema proses elektroosmosis yang akan diterapkan pada pasta buah tomat. Arus listrik yang diterapkan pada sistem adalah *Direct Current (DC)* dengan tegangan yang dapat divariasikan. Kutub positif elektroda

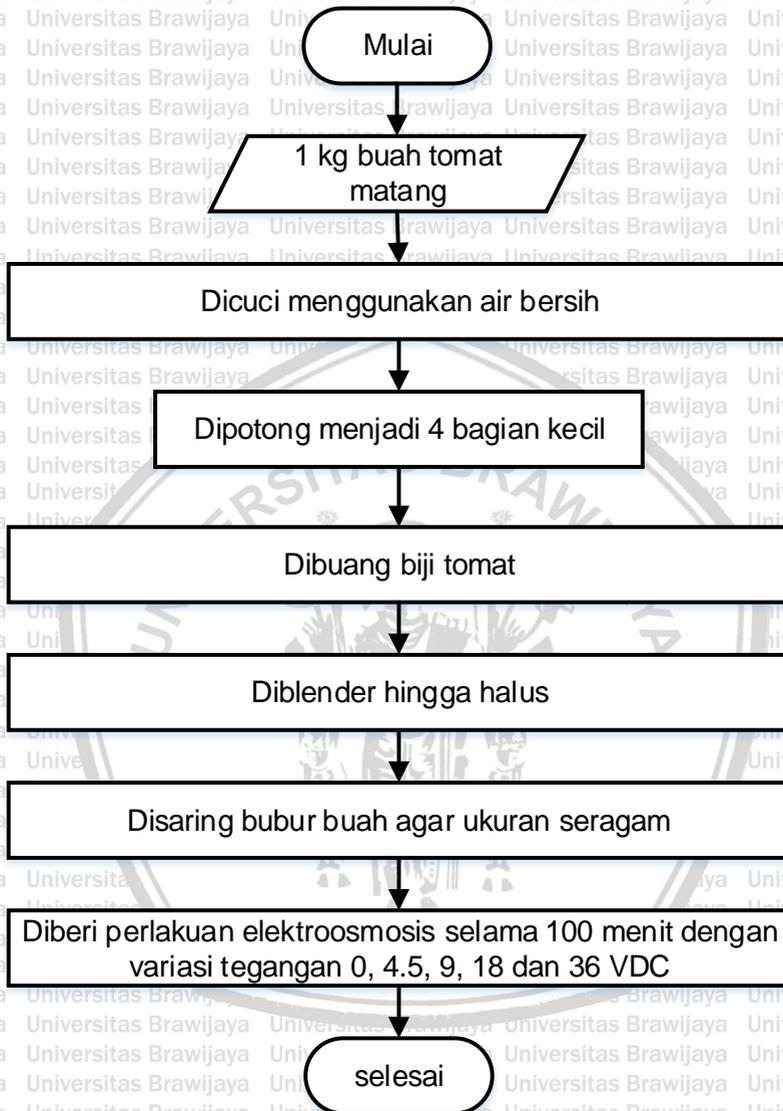


bertindak sebagai anoda dan kutub negatif bertindak sebagai katoda. Elektroda positif dan negatif yang digunakan terbuat dari *stainless steel*, yang mana sifat dari elektroda ini yang tidak mudah terkorosi namun dapat menghantarkan listrik dengan baik. Ukuran elektroda anoda dan katoda yaitu berdiameter 8 cm, tebal 1 mm, dengan pori-pori berdiamter 5 mm. Pori-pori pada elektroda positif (anoda) dibuat berlubang dikarenakan, adanya penerapan medan listrik pada pasta buah menyebabkan terjadinya elektrolisis pada air, sehingga memicu timbulnya gas. Adanya pori-pori dapat mengeluarkan gas dari pasta buah ke atmosfer (Jumah *et al.*, 2007). Elektroda positif dan negatif yang dilapisi kertas saring diletakkan pada permukaan atas dan bawah pasta tomat sehingga dapat berkontak langsung dengan pasta. Pada elektroda negatif (Katoda), dibagian permukaan bawah elektroda diberikan kertas saring 1 lembar, agar pasta tomat tidak tumpah pada bagian bawah sistem elektroosmosis. Lalu dibagian bawah kertas saring, terdapat akrilik berpori dengan tebal 5 mm sebagai penyangga elektroda, kertas saring dan pasta buah. Pori akrilik ini juga berfungsi agar air hasil elektroosmosis juga mudah keluar dari sistem elektroosmosis. Pada bagian bawah sistem elektroosmosis (tepat pada

3.4 Rancangan Pengujian

Penelitian ini dimulai dengan membuat pasta tomat yang mana bahan baku utama, yaitu buah tomat diperoleh dari pasar lokal di kota Malang. Setiap pengulangan pengujian pada parameter perubahan arus DC dan kadar air membutuhkan buah tomat matang sebanyak 3 kg. Adapun diagram alir pembuatan pasta tomat tampak pada **Gambar 3.2** berikut.



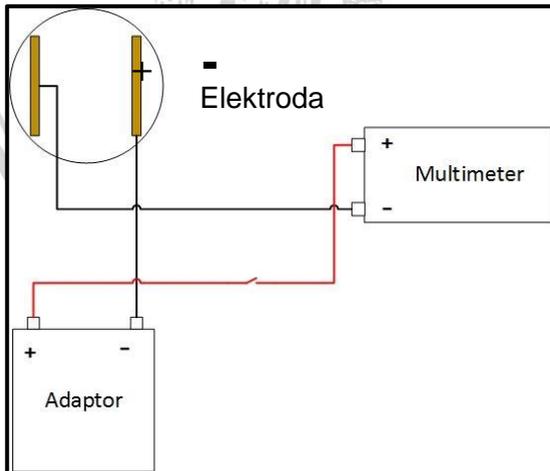


Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Pasta Tomat



3.4.1 Rancangan pengujian Arus DC

Perubahan arus listrik DC yang diterapkan pada sistem *electroosmosis dewatering* (EOD) diukur pada 6 titik interval selama proses dewatering, yaitu setiap 20 menit selama 100 menit pengujian. Titik pengukuran yaitu pada menit ke 0, menit ke 20, menit ke 40, menit ke 60, menit ke 80 dan menit ke 100. Pengukuran ini dilakukan untuk melihat perubahan arus listrik yang mengalir terhadap lama proses EOD. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur multimeter digital. Pengujian arus DC pada sistem elektroosmosis dilakukan menyambungkan elektroda dengan adaptor DC. Setelah elektroda terhubung, langkah selanjutnya adalah mengatur multimeter pada skala miliampere arus DC, lalu multimeter positif disambungkan pada elektroda positif (anoda) dan multimeter negatif disambungkan dengan elektroda negatif. Pengujian ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Adapun bagan skema pengukuran arus listrik DC menggunakan alat ukur multimeter digital digambarkan pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3 Skema Proses Pengukuran Arus DC pada Sistem EOD

Berikut **Tabel 3.1** merupakan rancangan tabel pengukuran perubahan arus DC selama proses EOD 100 menit

Tabel 3.1 Rancangan tabel pengukuran perubahan arus dc selama 100 menit proses EOD

Tegangan (Volt)	Arus DC (mA)					
	0 menit	20 menit	40 menit	60 menit	80 menit	100 menit
0						
4.5						
9						
18						
36						

3.4.2 Rancangan Pengujian Kadar Air Pasta Tomat

Kadar air pasta buah yan telah diberikan perlakuan elektroosmosis diuji menggunakan metode gravimetri. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air sampel dari masing-masing variasi tegangan elektroosmosis yang diterapkan. Pengujian kadar air dilakukan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Prinsip dari metode gravimetri adalah pengukuran kadar air berdasarkan penguapan air yang ada dalam bahan dengan jalan pemanasan, kemudian ditimbang sampai berat konstan. Pengurangan bobot yang terjadi merupakan kandungan air yang terdapat dalam bahan. Sampel pasta tomat yang telah diberikan perlakuan variasi tegangan seperti pada **Tabel 3.1** diuji kadar airnya sebelum dan sesudah proses elektroosmosis. Pengulangan pengujian kadar air dilakukan 3x. Adapun tabel rancangan pengujian kadar air yang akan dilakukan tampak pada **Tabel 3.2**



Tabel 3.2 Rancangan Pengujian Kadar Air Pasta Tomat

Tegangan (Volt)	Waktu (menit)	Kadar air (%)	
		Sebelum	sesudah
0	100		
4.5	100		
9	100		
18	100		
36	100		

Kadar air basis basah pada bahan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W1 - w2}{w1 - w0} \times 100\%$$

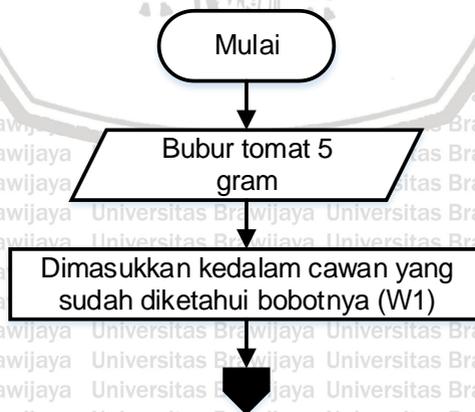
Keterangan:

W0 = Massa cawan kosong (gram)

W1 = Massa cawan + sampel awal (sebelum pemanasan oven)

W2 = Massa cawan + sampel awal (setelah pendinginan dalam desikator)

Berikut **Gambar 3.4** merupakan diagram alir pengujian kadar air menggunakan metode gravimetri berdasarkan standar (SNI 01-2891-1992)





Gambar 3.4 Diagram Alir Pengujian Kadar Air Pasta Buah

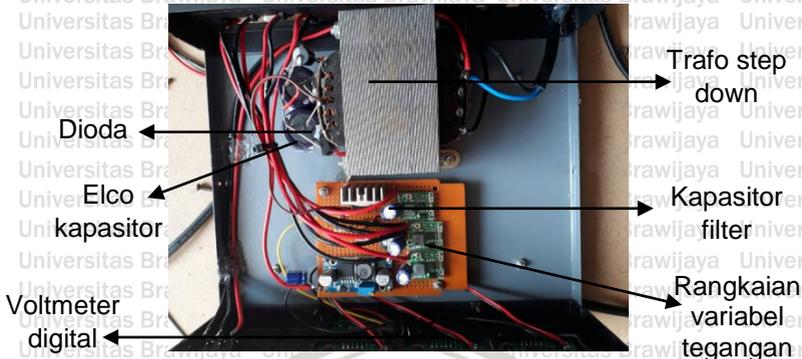


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sistem *Electroosmosis Dewatering* Pasta Tomat

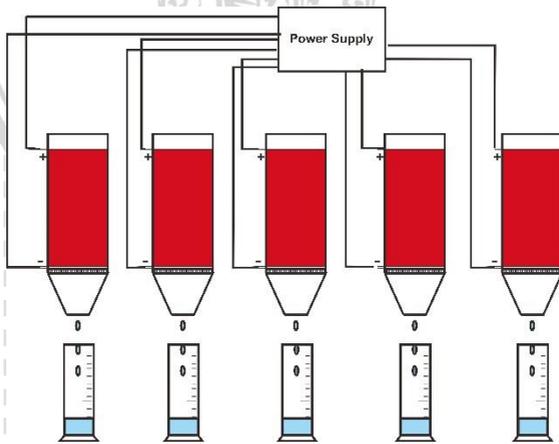
Electroosmosis Dewatering merupakan salah satu metode penghilangan air dalam bahan dengan menerapkan aliran listrik DC pada bahan berpori. Pembuatan sistem *electroosmosis dewatering* membutuhkan *power supply* sebagai sumber listrik DC. Komponen utama untuk membuat *power supply* dalam sistem EOD yaitu trafo stepdown, diode, kapasitor, rangkaian variabel tegangan, kapasitor filter, kabel, dan elektroda stainless steel. Komponen tersebut dirangkai sedemikian sehingga dapat menjadi *power supply* DC yang dapat menghasilkan tegangan output 4 level sebesar 4.5 Volt, 9 Volt, 18 Volt, dan 36 Volt. Fungsi masing-masing komponen tersebut yaitu, trafo stepdown berfungsi sebagai trafo untuk menurunkan tegangan listrik menjadi tegangan yang diinginkan, dimana tegangan maksimal yang dapat dicapai trafo ini adalah 36 Volt. Dioda berfungsi sebagai penyearah listrik AC menjadi DC, kapasitor berfungsi untuk menyempurnakan penyearahan dari tegangan AC ke DC sehingga kapasitor ini dapat meredam dengung dari tegangan AC. Rangkaian variabel tegangan berfungsi untuk mengatur tegangan output yang diinginkan, dalam alat ini terdapat 4 rangkaian variabel tegangan karena tegangan output yang dibutuhkan terdapat 4 level Tegangan output yang dihasilkan dari rangkaian variabel tegangan akan ditampilkan pada voltmeter digital pada kontrol box. Berikut merupakan **Gambar 4.1** Rangkaian listrik sistem *Electroosmosis Dewatering*.





Gambar 4.1 Rangkaian Listrik Sistem *Electroosmosis Dewatering* dan Bagian-bagiannya

Proses elektroosmosis pasta tomat dilakukan pada wadah botol plastik PET ukuran 1 liter. Botol plastik dipilih karena harganya murah dan mudah untuk dipotong dan disesuaikan dengan skema proses EOD. Botol plastik ini dimodifikasi menyerupai skema proses elektroosmosis tampak pada **Gambar 4.2** sebagai berikut



Gambar 4.2 Skema Proses *Electroosmosis Dewatering*

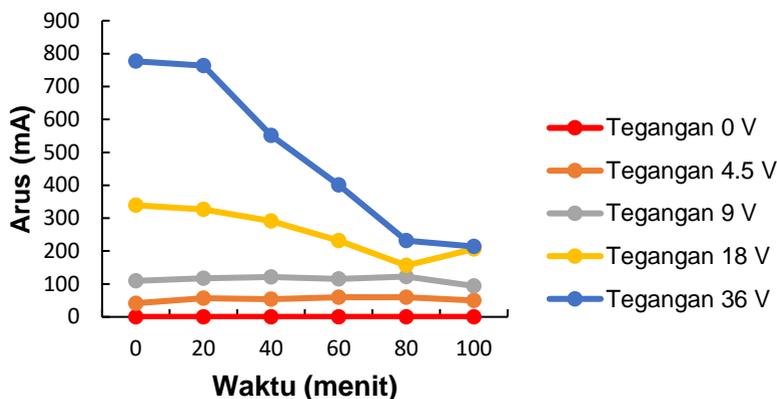
Adapun sistem *electroosmosis dewatering* yang telah dibuat tampak seperti **Gambar 4.3**. Botol PET yang digunakan terdapat 5 buah yang digunakan untuk proses elektroosmosis pada masing-masing tegangan 0 V, 4.5 V, 9V, 18V, dan 36 V.



Gambar 4.3 Wadah Proses *Electroosmosis Dewatering*

4.2 Pengaruh Proses *Electroosmosis Dewatering* (EOD) Terhadap Arus Listrik

Electroosmosis Dewatering (EOD) yang diterapkan pada proses dewatering pasta tomat menggunakan arus dan tegangan listrik DC. Tegangan yang digunakan pada masing-masing perlakuan yaitu 0 Volt, 4.5 Volt, 9 Volt, 18 Volt, dan 36 Volt DC. Selama proses berlangsung (100 menit) arus listrik yang mengalir disetiap tegangan diukur setiap 20 menit. Arus listrik berubah seiring dengan lamanya proses. Adapun perubahan arus listrik tersebut tampak seperti **Gambar 4.4**



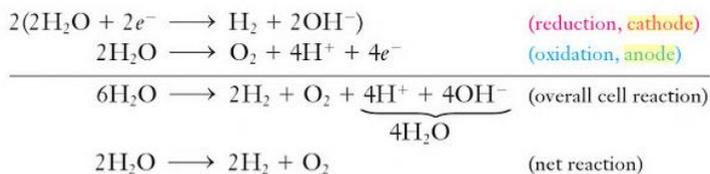
Gambar 4.4 Grafik Perubahan Arus Terhadap Lama Proses *Electroosmosis Dewatering* (EOD)

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan yang diberikan maka arus listrik juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Saringingpuri (2012) tentang pengaruh elektroosmosis pada *sludge*. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa perubahan arus tergantung dari besarnya tegangan (voltase) yang diberikan pada *sludge*. Semakin tinggi tegangan yang diberikan maka arus yang mengalir selama elektroosmosis juga menjadi semakin tinggi.

Gambar 4.4 juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu proses terdapat penurunan arus DC secara drastis pada tegangan 18 V dan 36 V, sedangkan pada tegangan 4.5 V dan 9 V tampak lebih stabil. Terdapat beberapa hal yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan arus DC yaitu, turunnya kandungan air dalam bahan (pasta tomat), dimana volume air dalam bahan mengalami penurunan karena adanya sistem *electroosmosis dewatering*. Air yang terdapat pada pasta tomat memiliki pH rendah atau bersifat asam sehingga mudah mengalirkan arus listrik. Menurut Koneman (2006) pH pasta tomat yaitu 4.35 ± 0.01 dan pada penelitian ini nilai rata-rata pH air dari pasta tomat tanpa pemberian tegangan atau tegangan 0 volt adalah 4.867, sehingga pH pasta tomat termasuk asam.

Menurut Asmnanani (2017) suatu larutan asam dapat menghantarkan elektron dan menghasilkan arus listrik. Berdasarkan hal tersebut, maka berkurangnya volume air dalam pasta tomat juga dapat menurunkan arus listrik yang mengalir selama proses. Penurunan drastis terlihat pada tegangan 18 Volt dan 36 Volt yang mana volume air pada pasta berkurang banyak pada tegangan tersebut, sedangkan pada tegangan 4.5 Volt dan 9 Volt air yang dikeluarkan dari sistem tidak secepat dan sebanyak tegangan 18 Volt dan 36 Volt.

Selain volume air, proses *electroosmosis dewatering* menimbulkan gelembung gas sesuai reaksi pada **Gambar 4.5**



Gambar 4.5 Reaksi Elektrolisis yang Terjadi Pada Proses Electroosmosis

Sumber gambar: Whitten *et al.* (2014)

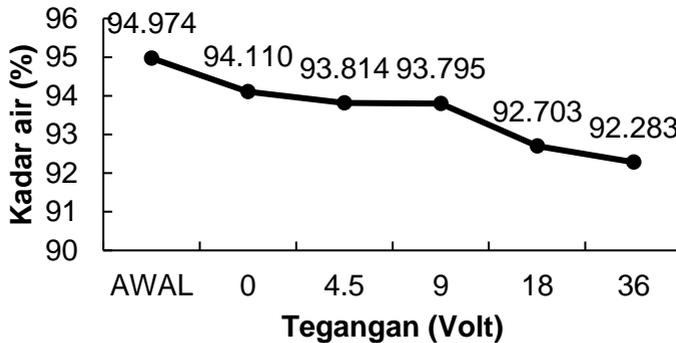
Pada **Gambar 4.5** reaksi elektrolisis yang terjadi pada saat elektroosmosis menghasilkan *net reaction* berupa gas oksigen dan hidrogen. Menurut Asheh *et al.* (2004) saat proses *dewatering* berlangsung, *electric field* menghasilkan pembentukan gas yang signifikan dan menyebabkan resistansi meningkat dengan cepat. Menurut hukum Ohm, arus akan berkurang dengan meningkatnya resistansi.

4.3 Kadar Air Pasta Tomat dengan Adanya Sistem *Electroosmosis Dewatering* (EOD)

Kadar air pasta tomat diukur dengan standar (SNI 01-2891-1992), yang mana kadar air sebelum proses dan setelah proses diukur. Pemberian sistem *electroosmosis dewatering*



selama waktu proses 100 menit dengan masing-masing tegangan yaitu 0 Volt, 4.5 Volt, 9 Volt, 18 Volt dan 36 Volt memberikan pengaruh terhadap kadar air pasta. Semakin besar tegangan yang diterapkan, maka kadar air pasta tomat semakin rendah seperti tampak pada **Gambar 4.6**



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Tegangan Terhadap Kadar Air Pasta Tomat

Kadar air awal (sebelum perlakuan elektroosmosis) pasta tomat yaitu 94.97%. Setelah 100 menit proses filtrasi tanpa pemberian tegangan (0 Volt) kadar air pasta menurun menjadi 94,11%, dan semakin menurun dengan meningkatnya tegangan yang diberikan pada sistem, dimana berturut turut perubahan kadar air berdasarkan pemberian tegangan 4.5 Volt, 9 Volt, 18 Volt dan 36 Volt yaitu 93.81%, 93.79%, 92.70%, dan 92.28%. Penurunan kadar air pada pasta tomat ini dikarenakan air pada sistem juga semakin berkurang dengan semakin meningkatnya tegangan yang diberikan. Hal tersebut membuktikan bahwa adanya pemberian medan listrik DC pada pasta tomat menyebabkan kandungan air pada pasta tomat akan mengalir mendekati area elektroda negatif yang terletak pada bagian bawah sistem EOD sehingga menetes keluar dari sistem EOD sesuai dengan prinsip elektroosmosis. Menurut Nanjundaswamy

(2015) medan listrik pada elektroosmosis menyebabkan terjadinya pergerakan air yang terdapat pada media berpori. Transport elektroosmosis air melalui media adalah hasil dari kation lapisan ganda yang tersebar pada pori-pori media yang kemudian tertarik menuju katoda (elektroda negatif). Ketika kation ini bergerak menuju katoda (elektroda negatif), maka molekul air yang menggumpal disekitar kation akan terbawa menuju katode (elektroda negatif) sebagai konsekuensi dari sifat dipolar air. Agustino *dalam* Pidin (2014) juga menyatakan bahwa semakin besar tegangan yang digunakan pada elektroosmosis akan semakin cepat terjadi penurunan yang terjadi dan semakin dekat jarak antara anoda dan katoda, maka semakin cepat pula penurunan yang terjadi karena air yang keluar pun semakin meningkat.

Nilai standar kadar air pada pasta tomat impor yaitu 77% untuk merk Heinz, 78.2% untuk merk Del Monte, dan 78.3% untuk merk S&W (Bella, 2002). Berdasarkan standar tersebut, maka proses dewatering menggunakan elektroosmosis selama 100 menit dengan massa proses 390 gram pasta tersebut belum mampu menghasilkan pasta tomat dengan kadar air yang sesuai standar. Untuk mendapatkan kadar air pasta yang rendah, langkah yang dapat dilakukan adalah memperlama proses elektroosmosis. Berikut merupakan kenampakan pasta tomat setelah proses electroosmosis dewatering selama 100 menit.



(a)

(b)

(c)



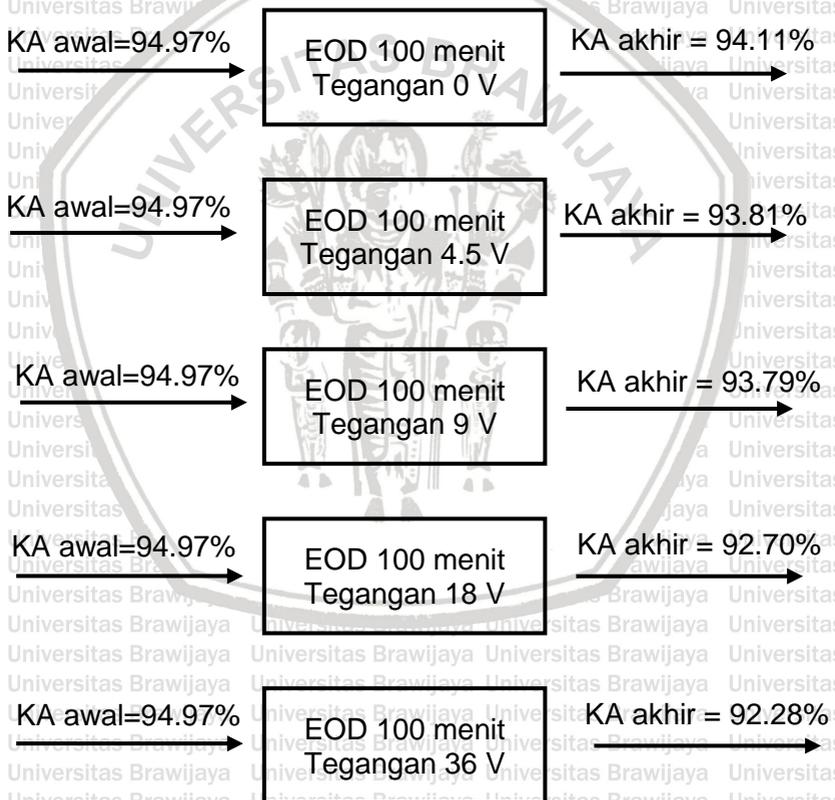
(d) (e)
Gambar 4.7 Kenampakan Pasta Tomat Setelah Proses Electroosmosis Dewatering (a) tegangan 0 V (b) tegangan 4.5 V (c) tegangan 9 V (d) tegangan 18 V (e) tegangan 36 V

Kenampakan pasta tomat mengalami perubahan dengan meningkatnya tegangan yang diberikan, semakin besar tegangan pasta tomat lebih kental, namun pada pemberian tegangan 36 Volt DC warna pasta tomat lebih gelap kehitaman. Dalam penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Lighfoot (1991) tentang kombinasi elektroosmosis dan tekanan dalam pengeringan Kelp menyatakan bahwa percobaan pertamanya dalam elektroosmosis dapat menyebabkan perubahan warna pada *press cake* di anoda, yang mana warnanya menjadi kuning kecoklatan. Selain itu, Reaksi antara senyawa organik dengan udara akan menghasilkan warna hitam atau coklat gelap. Reaksi oksidasi ini dipercepat oleh adanya logam serta enzim (EBOOKPANGAN, 2006). Berdasarkan literatur tersebut perubahan warna pada pasta tomat dapat dikarenakan adanya oksidasi dari gas oksigen yang terbentuk pada proses elektroosmosis serta adanya kontak dengan logam pada elektroda *stainless steel*.



4.4 Neraca Massa

Neraca massa pada proses dewatering pasta tomat dengan metode elektroosmosis ini digunakan untuk mengontrol bahan yang masuk dan keluar selama proses. Dalam penelitian ini, massa pasta tomat yang digunakan adalah 390 gram (input). Pasta tomat tersebut masing-masing diberi perlakuan elektroosmosis untuk proses dewatering dengan tegangan 0 V, 4.5 V, 9 V, 18 V, dan 36 V. Berikut merupakan bagan neraca massa berupa perubahan kadar air pada proses *electroosmosis dewatering*



Bagan diatas merupakan bagan neraca massa berupa kadar air rata-rata dari 3 pengulangan dalam proses *electroosmosis dewatering* yang telah dilakukan. Pada tegangan 0 V dengan massa awal 390 gram dan KA rata-rata awal adalah 94.97% setelah proses 100 menit kadar air akhir bahan berkurang menjadi 94.11%, dengan kadar air yang dihilangkan (KA *out*) sebesar 0.86%. Jika dibandingkan dengan kesetimbangan massa pada tegangan 4.5 V maka terdapat perubahan pada kadar air akhir. Kadar air akhir pada tegangan 4.5 V adalah 93.81% dengan kadar air yang dihilangkan lebih banyak daripada tegangan 0 V yaitu 1.16%. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan diberikan tegangan DC proses *dewatering* akan lebih cepat mengeluarkan air dalam bahan. Kadar air akhir pada tegangan 9 V menjadi lebih kecil dari variasi tegangan sebelumnya yaitu 93.79% dimana kadar air yang dihilangkan selama proses sebesar 1.18% dan pada tegangan 18 V kadar air akhir menjadi 92.70%, yang mana kadar air yang dihilangkan sebesar 2.27%. Pada tegangan tertinggi yaitu 36 V, kadar air akhir pasta tomat yaitu 92.28% dengan kadar air yang dihilangkan sebesar 2.69%. Dari semua tegangan menunjukkan bahwa semakin besar tegangan DC yang diberikan pada sistem *electroosmosis dewatering* menyebabkan kadar air dalam bahan semakin berkurang. Berpindahanya air keluar dari sistem EOD ini sesuai dengan prinsip elektroosmosis yaitu pergerakan suatu fluida polar pada suatu benda berpori atau celah kapiler akibat adanya beda potensial, yang mana air fluida tersebut akan berpindah dari anoda ke katoda. Penelitian yang dilakukan Shang dan Lo (1997) juga mempelajari variasi dari tegangan yang diterapkan pada EOD dari tanah liat fosfat. Hasilnya menunjukkan bahwa peningkatan tegangan yang diterapkan menghasilkan peningkatan persentase air yang dihilangkan.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Elektroosmosis adalah peristiwa mengalirnya fluida dari elektroda positif menuju elektroda negatif karena adanya aliran listrik DC. Selain proses elektroosmosis, pemberian arus listrik DC pada media berpori menyebabkan terjadinya fenomena lain, yaitu elektrolisis, elektromograsi dan elektroforesis. Proses elektroosmosis dalam penelitian ini dimanfaatkan untuk dewatering pasta tomat, sehingga kadar air dalam bahan dapat tertarik menuju elektroda negatif dengan lebih cepat. Pada sampel pasta tomat dengan massa 390 gram per proses yang dialiri arus listrik DC selama 100 menit, dengan variasi tegangan 0 V, 4.5 V, 9 V, 18 V, dan 36 V memberikan perbedaan tingkat dewatering pada pasta tomat. Air yang keluar dari pasta tomat, mempengaruhi kadar air pada pasta tersebut yang mana kadar air rata-rata pada pasta tomat yang diberi tegangan 36 V selama 100 menit adalah 92.28% sedangkan pada tegangan 0 V adalah 94.11%. Semakin besar tegangan listrik yang diberikan, maka semakin kecil kadar air pasta tomat tersebut. Selain itu, arus DC selama proses elektroosmosis 100 menit diukur setiap 20 menit sekali. Arus listrik pada tegangan 36 V dan 18 V cenderung mengalami penurunan dari arus awal dengan semakin lamanya proses, sedangkan pada tegangan 4.5 V dan 9 V cenderung lebih stabil. Pada tegangan 36 V rata-rata arus listrik awal sebelum proses adalah 776.667 mA dan setelah 100 menit menjadi 213.867 mA, sedangkan pada tegangan 4.5 V nilai rata-rata arus listrik awal adalah 41.4 mA dan setelah 100 menit adal 49.867 mA. Semakin tinggi tegangan yang diberikan, arus listrik yang mengalir juga semakin besar.



5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian terhadap sifat cairan yang dikeluarkan dari sistem EOD
2. Perlu dilakukan penelitian pengaruh electroosmosis dewatering terhadap kandungan nutrisi pasta tomat



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Nurjana. 2014. **Kajian Terhadap Kadar Air Tepung Jagung dan Tepung. Karaginan sebagai Bahan Baku Puding Jagung.** THESIS. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo
- Asheh A.S, Jumah R, Banat F dan Zou'bi KA. 2004. **Direct Current Electroosmosis Dewatering of Tomato Paste Suspension.** Food and Bioproducts Processing, 82(C3): 192-200
- Asmarani, Suci. 2017. **Analisis Jeruk Dan Kulit Jeruk Sebagai Larutan Elektrolit Terhadap Kelistrikan Sel Volta.** SKRIPSI. Jurusan Fisika: Universitas Lampung
- Bella D.S. 2002. **Pengaruh Varietas dan Evaporasi Terhadap Mutu Pasta Tomat.** SKRIPSI. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- BPS. 2017. **Konsumsi Buah Dan Sayur Susenas Maret 2016.** Jakarta, Badan Pusat Statistik
- Chen H, Mujumdar, dan Raghavan, G. 1996. **Laboratory experiments on electroosmotic dewatering of vegetable sludge and mine tailings.** Drying Technology, 14: 2435–2445
- EBOOKPANGAN. 2006. **Pewarna Pangan.** Jurusan Teknologi Pangan: Universitas Muhammadiyah Semarang
- Fitri, Bunga Ludya. 2007. **Pengaruh Varietas dan Lama Penyimpanan Terhadap Kandungan Lycopene Buah Tomat (Lycopersicon esculentum mill).** SKRIPSI. Jurusan Biologi, Universitas Islam Negeri Malang
- Harris, R. S. dan E. Karmas. 1989. **Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan.** Bandung, Penerbit ITB
- Jumah R, S A Asheh, F Banat, dan K A Zoubi. 2007. **Influence of Salt, Starch and pH on the Electroosmosis Dewatering of Tomato Paste Suspension.** Journal of Food, Agriculture & Environment. Vol.5, No. 1
- Koneman, E.W., 2006. **Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology.** Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins

- Lighfoot, D.G. 1991. **Combined Fields (Electroosmosis and Pressure) Dewatering of Kelp**. THESIS. Macdonald Campus of McGill University
- Maulida, D dan N Zulkarnaen. 2010. **Ekstraksi Antioksidan (Likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran, N – Heksana, Aseton, Dan Etanol**. SKRIPSI. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- Mayasari, Octavianti. 2009. **Pasta Fungsional Dari Buah Tin (*Ficus carica L.*) Berpotensi Mencegah Penyakit Kardiovaskular dan Kanker**. Karya Ilmiah Gagasan Tertulis: Institut Pertanian Bogor
- Nair G.R, D. Rho, dan G. S.V. Raghavan. 2013. **Application of Electro-Technologies in Processing of Flax Fiber**. FIBERS. ISSN 2079-6439
- Najundaswamy. 2015. **Construction Dewatering**. Mysuru: S J College of Engineering
- Nurhayati, Suparman dan Y Lestari. 2010. **Penggunaan Sinar Ultra Violet untuk Menekan Penyakit Busuk Asam pada Buah Tomat Pasca Panen**. Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian dan Pengkajian, Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Sumatera Selatan
- Nurhuda, Muhammad. 2018. **Mendulang Energi Gratis dengan Teknologi Tepat Guna**. Malang: UB Press
- Oktaviani R dan Saptati D. 2017. **Aplikasi Spreadsheet untuk Perhitungan Teknik Kimia Sederhana**. Malang: UB Press
- Pidin, Faqihna. 2013. **Pengeringan Sludge Limbah Cair Dari Tempat Pembuangan Sampah Secara Elektroosmosis Pada Skala Semi Lapang**. SKRIPSI. Departemen Ilmu Tanah Dan Sumberdaya Lahan: Institut Pertanian Bogor
- Sari P.D, Wuwuh A.P, dan Dinarta H. 2019. **Delignifikasi Bahan Lignoselulosa: Pemanfaatan Limbah Pertanian**. Pasuruan: CV. Penerbit Qiara Media
- Sariningpuri, Juniska Muria. 2012. **Penerapan Elektroosmosis Untuk Pengeringan Sludge Air Lindi Dari Sampah dan Lumpur Endapan Pengolahan Air Minum**. SKRIPSI.

- Departemen Ilmu Tanah Dan Sumberdaya Lahan: Institut Pertanian Bogor
- Setiyoningrum F, dan D.N. Surahman. 2009. **Pengaruh Penggunaan Tomat Apel Belum Matang terhadap Mutu Pasta Tomat di PT. Mitra Aneka Food-Kuningan**. Subang, Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI
- Shang J.Q, dan Lo K.Y. 1997. **Electrokinetic Dewatering of A Phosphate Clay**. J Hazard Mater. 55: 117–133.
- Suhariyanto. 2018. **Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Tahun 2017**. Jakarta, Badan Pusat Statistik
- Sutedja, Anastasia Santi. 2011. **Pengaruh Proporsi Tepung Beras Mentik Wangi-Bubur Buah Tomat Terhadap Sifat Fisikokimia Saos Tomat Kental**. SKRIPSI. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
- Whitten K W, Raymond E. Davis, Larry Peck dan George G. Stanley. 2014. Chemistry 10 th Edition. Canada: Cengage Learning
- Winarno FG. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: Gramedia
- Wuryanti, Sri. 2016. **NERACA MASSA DAN ENERGI**. Bandung: Politeknik Negeri Bandung
- Yoshida, H. 2007. **Practical Aspects Of Dewatering Enhanced By Electro-Osmosis**. Journal of Drying Technology. Vol.11, No.4
- Zhou J, Zheng L, Peng S, dan Fuxing D. 2001. **Water Removal From Sludge in a Horizontal Electric field**. Drying Technoogy. 19: 627–638